

Hannu-Pekka Outinen


ELOKUVATEATTERI  
KINOLINNAN  
LAAJENNUKSEN  
SÄHKÖSUUNNITELMAT

Opinnäytetyö  
Sähkötekniikan koulutusohjelma


Helmikuu 2014



# KUVAILULEHTI

 <b>MAMK</b> University of Applied Sciences		<b>Opinnäytetyön päivämäärä</b>	
<b>Tekijä(t)</b> Hannu-Pekka Outinen		<b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b> Sähkötekniikan ko, sähkövoimatekniikka	
<b>Nimeke</b> Elokuvateatteri Kinolinnan laajennuksen sähkösuunnitelmat			
<b>Tiivistelmä</b> <p>Tämän opinnäytetyön aiheena oli toteuttaa Elokuvateatteri Kinolinnan laajennuksen sähkösuunnitelmat tarjouslaskentaa varten. Samalla suunnittelin elokuvateatterin salin esitystekniikan kokoonpanon ja pohdin tulevaisuudessa tehtävää teatterin vanhojen osien sähkötekniistä saneerausta. Suunnittelun ohessa analysoin Kinolinnan sähköverkon tilaa mittaamalla verkon kuormat analysaattorilla ja tarkistamalla kiinteistössä jo olevien oikosulkusuojauksien määräyksien mukaisuus.</p> <p>Tarkoituksenani oli perehtyä työn aikana etenkin sähkösuunnittelun vaatimuksiin julkisentilan suunnittelussa. Samalla tutustuin CADS-suunnitteluohjelmiston käyttöön, tutkin valaistuksenohjauksen eri mahdollisuuksia ja perehdyin turvavalaisusjärjestelmien vaatimuksiin laajemmin.</p> <p>Työn tuloksena syntyneet sähkösuunnitelmat menivät tilaajan käyttöön. Samalla syntynyttä opinnäytetyötä voidaan mahdollisesti käyttää tulevaisuudessa apuna suunniteltaessa vastaavia projekteja. Työ antaa ohjeistusta vanhojen tilojen verkon kunnon tutkimisesta, turvavalaisusjärjestelmien suunnittelusta, valaistussuunnittelusta ja sähkösuunnittelusta. Työssä on myös käyty läpi kaiutinjärjestelmien sijoitteluun liittyviä ohjeistuksia.</p>			
<b>Asiasanat (avainsanat)</b> Sähkösuunnittelu, Elokuvateatteri			
<b>Sivumäärä</b> 40	<b>Kieli</b> Suomi	<b>URN</b>	
<b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b>			
<b>Ohjaavan opettajan nimi</b> Hannu Honkanen		<b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b> Mika Luukkonen Oy	

## DESCRIPTION

 <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> <div style="font-size: 2em; font-weight: bold; margin: 0;">MAMK</div> <div style="font-size: 0.8em; margin: 0;">University of Applied Sciences</div> </div>		<b>Date of the bachelor's thesis</b>  	
<b>Author(s)</b> Hannu-Pekka Outinen		<b>Degree programme and option</b> Bachelor of electrical engineering	
<b>Name of the bachelor's thesis</b> Electrical plans for the extension of movie theatre Kinolinna			
<b>Abstract</b>  <p>The purpose of this bachelor's thesis was to design electrical installation plans for movie theater Kinolinna. Plans would be used in bidding competition for the construction. I also included plans for the cinema presentation equipment and some plans for the future renovations for the theater's electric installations. Alongside of planning I analyzed the electric grid of Kinolinna by measuring loads and short-circuit currents, to check if they were within standards.</p> <p>My main idea was to familiarize myself especially in the requirements of electrical planning for public buildings. And while at it, I orientated myself with CADS planning software, in possibilities of light control systems and requirements of safety lighting systems.</p> <p>Results of this bachelor's thesis went into the use of the employer as electrical plans for construction. Thesis can be used as reference in planning projects like this one. It gives guidance in researching electric grids of properties, planning of safety lighting systems and electrical planning. This thesis also includes guidelines for installing speaker systems for cinema.</p>			
<b>Subject headings, (keywords)</b>  Electrical planning, Movie theater			
<b>Pages</b>  40	<b>Language</b>  Finnish	<b>URN</b>  	
<b>Remarks, notes on appendices</b>  			
<b>Tutor</b>  Hannu Honkanen		<b>Bachelor's thesis assigned by</b>  Mika Luukkonen Oy	

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	1
2	MIKA LUUKKONEN OY .....	1
3	UUDEN SALIN RAKENNUSTYÖT.....	2
4	KINOLINNAN KIIINTEISTÖN SÄHKÖVERKON ANALYSOINTI.....	4
4.1	Vaihevirtojen ja tehojen mittaukset .....	4
4.2	Tehojen ja loistehon määrät Kinolinnassa.....	8
4.3	Oikosulkuvirtojen mittaukset Kinolinnassa.....	9
4.4	Johtopäätökset mittauksista .....	10
5	SÄHKÖSUUNNITELMAT.....	11
5.1	Jakelualueet.....	11
5.2	Pääjohtoreitit ja tilanvaraukset .....	12
5.3	Valaistussuunnitelmat.....	13
5.4	Konehuoneen ja salin sähköistys .....	16
5.5	Keskuskaaviot.....	20
5.6	Lasketut oikosulkuvirrat .....	22
5.7	Yleiskaapelointi .....	23
6	POISTUMISTIE- JA TURVAVALAISTUS.....	25
7	KINOLINNA 3. ESITYSTEKNIikka.....	29
7.1	Projektiotekniikka ja äänilähde.....	29
7.2	Kaiuttimien sijoittelu ja suuntaaminen .....	30
8	VANHOJEN TILOJEN SÄHKÖTEKNINEN MODERNISOINTI.....	35
9	VANHOJEN TILOJEN NYKYTILA JA SAANERAUSSUUNNITELMAT .....	36
9.1	Valaistus .....	36
9.2	Lisäykset ja korjaukset vanhoihin sähköasennuksiin saleissa ja muissa tiloissa .....	37
9.3	Uusi ryhmäkeskus konehuoneeseen .....	37
9.4	Dataverkko ja yleiskaapelointi .....	37
9.5	Kiinteistöautomaation mahdollisuudet elokuvateatterikäytössä.....	38
10	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	38

11 LÄHTEET .....	40
------------------	----

1. Dialux -tuloste
2. Arkkitehdin pohjakuva
3. Sähköpistekuva Kino 3
4. Sähköpistekuva Kino 3 Konehuone
5. Keskuskaavio JK3
6. Keskuskaavio NK
7. Nousujohtokaavio

## **Määritelmiä**

DALI – Digitaalinen ohjausväylä valaisimien elektronisille liitäntälaitteille ja himmentimille. Tulee sanoista digital addressable lighting interface.

Luminanssi – [L] Yksikkö on  $\text{cd/m}^2$ , kohteesta heijastunut valo.

Poistumisopaste – Valaistu kilpi, joka osoittaa uloskäytävän sijainnin ja poistumiseen käytettävän kulkureitin

Poistumisreitti – Rakennuksesta ulos maanpinnalle tai muulle turvalliselle alueelle johtava reitti

Poistumistievalaistus – Turvavalaistuksen osa, jonka tarkoituksena on varmistaa henkilöiden turvallisuus tilasta poistuttaessa ja mahdollistaa potentiaalisesti vaarallisen prosessin lopettaminen ennen poistumista

Ryhmäkeskus – Ryhmäkeskus yhdistää kiinteistön sähkön nousujohdot ryhmäjohtoihin.

Turvavalaistus – Normaalin virransyötön häiriintyessä käytettävä valaistus

Valaistusvoimakkuus – [E] Yksikkö on luksi (lx) kuvaa tietylle pinta-alalle koh-tisuoraan osuvaa valovirran määrää, käytetään kuvaamaan valaistusolosuhteiden ta-soa.

Valovirta – [ $\Phi$ ] Yksikkö on luumen (lm) kuvaa valonlähteen tuottamaa säteilyn mää-rää painotettuna silmän spektriherkkyyskäyrällä.

## 1 JOHDANTO

Etsiessäni opinnäytetyön aihetta kävi ilmi, että esimieheni elokuvateatterilla on alkanut suunnitella laajentavansa Kinolinnan elokuvateatteria yhdellä uudella salilla. Sain opinnäytetyökseni kyseisen tilan sähkösuunnitelmien tekemisen tarjouslaskentaa varten. Julkisen tilan sähkösuunnitteluun ja määräyksiin perehtymisen lisäksi pääsisin perehtymään elokuvien esittämistekniikan vaatimuksiin ja niiden tuomiin lisähaasteisiin projektin kannalta. Samalla tutustuisin CADS-suunnitteluohjelmiston käyttöön, johon opintojeni aikana suunnitteluun liittyvillä kursseilla ei suuremmin perehdytty. Suunnitteluun liittyvän opinnäytetyön avulla kasvattaisin omaa osaamistani suunnittelun alalla ja saisin myös hieman näyttöpohjaa tulevaisuuden uralleni.

Lopulliseksi opinnäytetyökseni muodostui uuden Kinolinnan kolmos-salin uudisrakennuksen sähkösuunnittelu, sähköverkon tilan tarkistaminen, vanhojen tilojen tulevan sähköteknisen remontin suunnitelmat ja Kinolinnassa kolmosen elokuvien esitystekniikan suunnittelu. Suunnitelmat kattavat Kinolinnan kiinteistön kokonaisuudessaan sähkökuvien, keskuskuvien, turvavalaistuksien ja valaistussuunnitelmat mukaan lukien.

## 2 MIKA LUUKKONEN OY

Mika Luukkonen oy on Mikkelin elokuvateatterit omistava yritys. Pääomistaja on yrityksen nimen mukaisesti mikkeliäinen Mika Luukkonen. Yritys omistaa molemmat Mikkelin perinteikkäät elokuvateatterit, elokuvateatteri Kinolinnan ja Ritzin. Yhtiön liikevaihto on vuosittain hieman alle miljoona euroa ja kasvua on lähivuosien aikana tapahtunut tasaisesti /1/.

Elokuvateatteri Kinolinnassa on toiminut samalla paikalla jo vuodesta 1938. Yhden salin teatteri on aikojen saatossa kasvanut ensin kahden salin teatteriksi, joka remontoitiin aikaisemmasta yhdestä suuresta salista. /2./ Mika Luukkonen on Suomen elokuvateatteritoiminnassa tunnettu hyvin tunnettu henkilö, ja hän tekee paljon yhteistyötä lähialueiden muiden yksityisten elokuvayrittäjien kanssa.

### 3 UUDEN SALIN RAKENNUSTYÖT

Elokuviissa käyvien asiakkaiden vaatiman laajemman tarjonnan ja suurten ensi-iltamäärien johdosta on teatterille syntynyt painetta saada enemmän elokuvia esitettäväksi samanaikaisesti. Kinolinnan-kiinteistöön kuuluvan autotalli/varastotilan muuttaminen esityskäyttöön on ollut suunnitelmissa jo pidemmän aikaa. Ajan viimein ollessa otollinen laajentamiselle päätti Mika Luukkonen purkaa autotalliosan pois kiinteistöstä ja korvata tilan rakentamalla sen paikalle kolmannen elokuvasalin. Kolmannen salin rakentaminen mahdollistaa ohjelmiston ja esitettävien elokuvien määrän nostamisen noin 30 %:lla. Sali olisi kooltaan noin 60-paikkainen studiosali, joka on havaittu hyvän kokoiseksi ratkaisuksi Mikkelin pienille kävijämäärille. Tällöin molemmissa teattereissa on mahdollista esittää elokuvia yhtä aikaa kahdessa suuressa yli 200-paikkaisessa salissa ja kahdessa pienemmässä 60-paikkaisessa salissa.

Uuden kolmannen salin rakentaminen aloitettiin purkutöillä. Vanhana autotallina ja saunatiloina toimineesta tilasta purettiin kaikki väliseinät ja välikatot pois. Alkuperäisen suunnitelman mukaan myös ulkoseinät oli tarkoitus purkaa. Tässä vaiheessa havaittiin kuitenkin ulkoseinien olevan täysin käyttökelpoisessa kunnossa ja uusi sali päätettiin rakentaa vanhojen ulkoseinien sisäpuolelle. Jotta saliin saataisiin riittävästi korkeuseroa ensimmäisen ja viimeisen penkkirivin välille, täytyi tilaa kaivaa syvemmäksi. Suunniteltu salin sisäänkäynti tapahtuisi Kinolinnan toisen salin lämpiöstä eli noin kolme metriä alemmalla kuin autotalliosion tämänhetkinen lattiapinta oli. Vanhojen ulkoseinien lisäksi rakennuksen nurkkaan tulee pieni lisäosa, johon tulee sisäänkäynti ja portaat kolmannen salin konehuoneeseen. Konehuone sijaitsee uuden salin takaosassa katon rajassa. Seuraavalla sivulla on kuva kiinteistön osasta, johon uusi kolmas sali rakentuu. Seuraavalla sivulla on esitetty kuva tulevan kolmannen salin tämänhetkisestä etelän puoleisesta julkisivusta.





**KUVA1. Tulevan Kino 3:n tila purkutöiden alussa**

Sähkötöiden osalta työmaa alkoi työmaasähköjen kytkemisellä. Työmaasähkö saatiin ottamalla kiinteistökeskukselta tulevalta autopaikkojen lämmityskaapelilta yksi kolmivaihepistoke, joka jaettiin työmaakäyttöön tarkoitetulla jatkolla.

Tässä vaiheessa aloin myös pohtia sähkösuunnitelmien kannalta, miten uuden salin sähköistys olisi järkevintä toteuttaa. Tällä hetkellä kinolinnan sähkönsyöttö tapahtuu neljällä ML 16mm<sup>2</sup> kuparijohtimilla, jotka nousevat kiinteistön pääkeskukselta Kinolinnan pääkeskukseen, joka sijaitsee toisen salin poistumistiekäytävässä. Kinolinnan pääkeskukselta on vedetty MMJ 5\*6S -kaapeli Kinolinnan konehuoneeseen, jossa sijaitsevat ensimmäisen ja toisen salin projektorit ja vanha sähkökeskus, jolle pääkeskukselta on vedetty nousujohto. Vanhalta keskukselta syötetään molempien salien valaistukset, projektorit, äänentoistotekniikka, konehuoneen muut pistorasiat ja ensimmäisen salin huippuimuri. Konehuoneessa sijaitsee myös turvavalokeskus, johon uuden kolmannen salin turvavalot tullessaan kytkemään.

Kinolinnan sähkönsyötössä on ollut ongelmia vinokuorman johdosta. Kuormaa tasaisemmin jakamalla ongelmat poistuivat, mutta verkon tämänhetkinen tila oli mielestäni

hyvä selvittää. Tältä pohjalta voisin myös tehdä selkeitä päätöksiä mahdollisen sulakekoon nostamisen tarpeellisuudesta. Mittaamalla kuormia ja verkon tilaa vuorokauden ajan saataisiin selville kuormien jakautuminen eri vaiheiden välillä, ja näin selviää, tarvitseeko sulakekokoa kasvattaa kolmannen salin tuoman kuorman lisäyksen vuoksi.

## **4 KINOLINNAN KIINTEISTÖN SÄHKÖVERKON ANALYSOINTI**

### **4.1 Vaihevirtojen ja tehojen mittaukset**

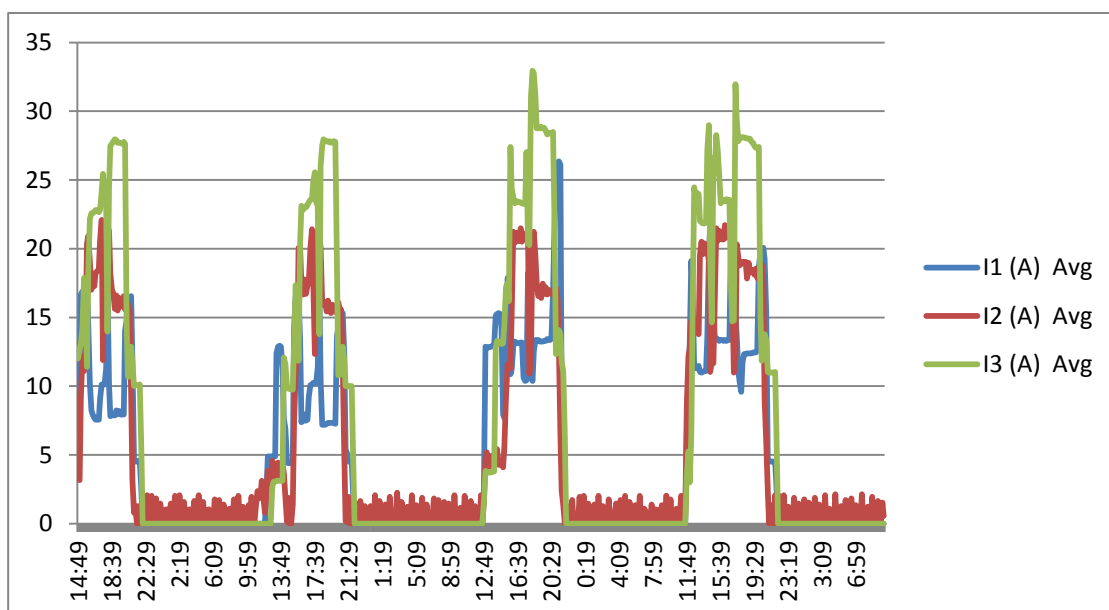
Kasvavan energiankulutuksen ja aikaisempien pääsulakkeiden kanssa olleiden vino-kuormasta johtuneiden ongelmien johdosta näin tarpeelliseksi Kinolinnan sähköverkon energian käytön ja verkon kunnon tutkimisen, niin laajennuksen kuin tulevaisuuden remonttienkin kannalta. Lainasin Mikkelin ammattikorkeakoululta Fluken valmistaman asennustesterin ja Metrelin power quality-analysaattorin, joilla pystyin tarkistamaan valmiiden asennusten oikosulkuvirtoja ja mittaamaan Kinolinnan pääkeskusta syöttävän kaapelin energian ja virtojen arvot.

Metrel power quality analyser plus on kiinteistöjen sähköverkkojen analysointiin tarkoitettu mittari. Se kykenee selvittämään verkosta mm. virrat, tehot, aaltojen muodot ja harmonisten yliaaltojen määrän. Tiedot voidaan syöttää suoraan mittauksen aikana tietokoneelle, tai mittari voidaan ohjelmoida mittamaan itsenäisesti ja tallentamaan mittaustulokset. Mittari voidaan kytkeä nelijohto-, kolmijohto- ja Aaron-kytkennällä. Käytin mittauksissani kolmijohtokytkentää, jossa ei mitata keskukselta nollajohdinta. Purin mittaustulokset tietokoneella Excel-tiedostoon Mikkelin ammattikorkeakoulun sähkölaboratoriossa.



**KUVA2. Metrel power quality analyzer plus**

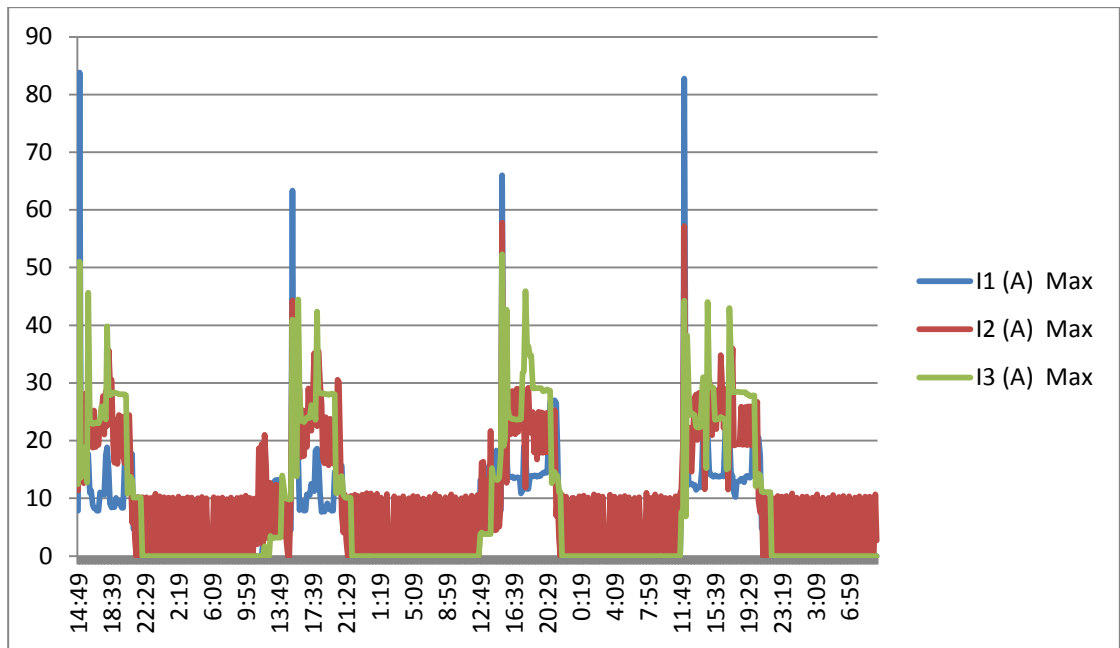
Kytkin kuvassa 2 esitetyn power quality-analysaattorin Kinolinnan pääkeskuksen syöttöjohtoihin 8.1.2014 – 12.1.2014 ajaksi. Tällä aikavälillä Kinolinnassa ehdittiin näyttää neljän päivän näytökset. Mittauksen aikana Kinolinnan elokuvateatteria käytettiin lähes täydellä kuormalla. Tällöin Kino 2:ssa ei kuitenkaan esitetty 3D-elokuvia, minkä johdosta toista vaihetta ei kuormitettu täydellä kuormalla. 3D-näytös lisää toisen vaiheen kuormaa muutamalla ampeerilla. Tällä ei kuitenkaan ole suurta vaikutusta mittaustuloksiin, sillä suurimmat kuormat aiheutuvat kolmanteen vaiheeseen, kun Kino 1:ssä esitetään 3D-elokuvaa. Seuraavana olevassa kuvassa 3 on esitetty viivadiagrammina mitatut keskimääräiset virrat vaiheittain. Teatterin ollessa suljettu näkyy toisen vaiheen käyrässä ilmanlämpöpumpun ottama virta, joka aiheuttaa värähtelyä käyrällä.



**KUVA3. Viivadiagrammi virta mittauksista keskimääräisillä virroilla ajan suhteena**

Tarkkailin kuormien määrää ensimmäisenä mittauspäivänä myös paikan päällä, jotta sain parhaan käsityksen siitä, millaiset kuormat teatterin laitteistojen käyttö aiheuttaa sähköverkolle. Paikan päällä seuraamalla ja virran käyriä tarkastelemalla voidaan todeta, että suurimmat kuormat verkkoon aiheutuvat ensimmäiseen vaiheeseen kytkettyjen salien valaisimien kuormasta, toiseen vaiheeseen kytketyn Kino 2:n projektorista ja kolmanteen vaiheeseen kytketyn Kino 1:n projektorista. Korkein verkosta mitattu keskimääräinen vaihevirta on 32,97A kolmannella vaiheella. Tämä piikki aiheutuu projektorin xenon-lampun sytytysjaksosta 3D-näytöksen alussa, jolloin projektori ottaa noin neljä ampeeria enemmän virtaa kuin normaalisti lampun ollessa päällä. Kyseisellä mittaushetkellä myös Kinolinnan ulkomainosvalot ovat syttyneet, ne on kytketty myös kolmanteen vaiheeseen. Sytytysjakson jälkeen vaiheen virta tasaantuu 3D-näytöksessä noin 28 ampeerin tasolle. Tavallisen 2D-elokuvan näyttäminen aiheuttaa kolmanteen vaiheeseen noin 22–24 ampeerin kuorman ja lampun käynnistyessä muutamam ampeerin lisäyksellä.

Kino 2 projektorin kuormat noudattavat samaa periaatetta kuin Kino1:n kuormat. Projektorin pienemmän lampputehon ansiosta toisen vaiheen kuorma vaihtelee 17 ja 20 ampeerin välillä näytöksen tyypistä ja ajanhetkestä riippuen. Kino2:n projektorin aiheuttamia kuormia voidaan pitää pohjana mietittäessä kolmannen projektorin tulevaisuudessa aiheuttavaa kuormaa, sillä projektorit tulevat olemaan lähes identtiset.



**KUVA4. Viivadiagrammi mitatuista maksimi virroista vaiheittain ajan suhteen**

Kuvassa 4 esitetyistä mitatuista maksimivirroista nähdään selkeästi laitteistojen käynnistämisen aiheuttamat virtapiikit vaiheissa. Toisen ja kolmannen vaiheen maksimivirtojen käyristä erottuvat selkeästi projektorien lampujen sytyttämisestä johtuvat virtapiikit aina näytöksen alussa. Salien ja aulan valaistuksen ja konekentän virtojen kytkeminen taas aiheuttaa esityksien alkuun todella korkean virtapiikin, jopa yli 80A ensimmäiseen vaiheeseen.

Kinolinna-verkon virtojen ja tehojen mittauksista voidaan havaita verkossa selkeää vinokuorma silloin, kun molemmissa nykyisissä saleissa on näytös käynnissä. Kun saleissa ei pyöri näytöksiä, on kuorma jakautunut vaiheittain tasaisemmin hieman käyttötilanteesta riippuen. Suurimman osan ajasta kiinteistön kuorma koostuu kuitenkin elokuvien esittämisestä molemmissa saleissa. Tällöin vinokuorma on suurimmillaan, kun Kino 1:n projektorilla näytetään 3D-elokuvaa. Ensimmäisen vaiheen kuorma on tällöin vain noin 10A, kun kolmannen vaiheen kuorma on noin 28A. Vinokuorman suurin sallittu suositus arvo on  $\pm 10\%$  vaihevirtojen keskiarvosta /3, s.1/. Suurin mitattu vaiheiden keskimääräinen virta oli 21,31A, tällöin ensimmäisen vaiheen virta oli 13,36A. Ensimmäisen vaiheen virta poikkesi tällöin vaiheiden keskimääräisestä virrasta 37 %, mikä ylittää suositusarvon selkeästi. Kun lasketaan mittaustuloksista vaiheiden keskimääräinen virta koko neljän päivän ajalta sillä hetkellä, kun teatterilla on

toimintaa, saadaan vaiheiden keskimääräiseksi virraksi 14,41A. Samalta ajalta ensimmäisen vaiheen keskimääräinen virta on 11,44A. Keskimääräinenkin ensimmäisen vaiheen vinokuorma on noin 21 %, mikä myös ylittää raja-arvon kaksinkertaisesti.

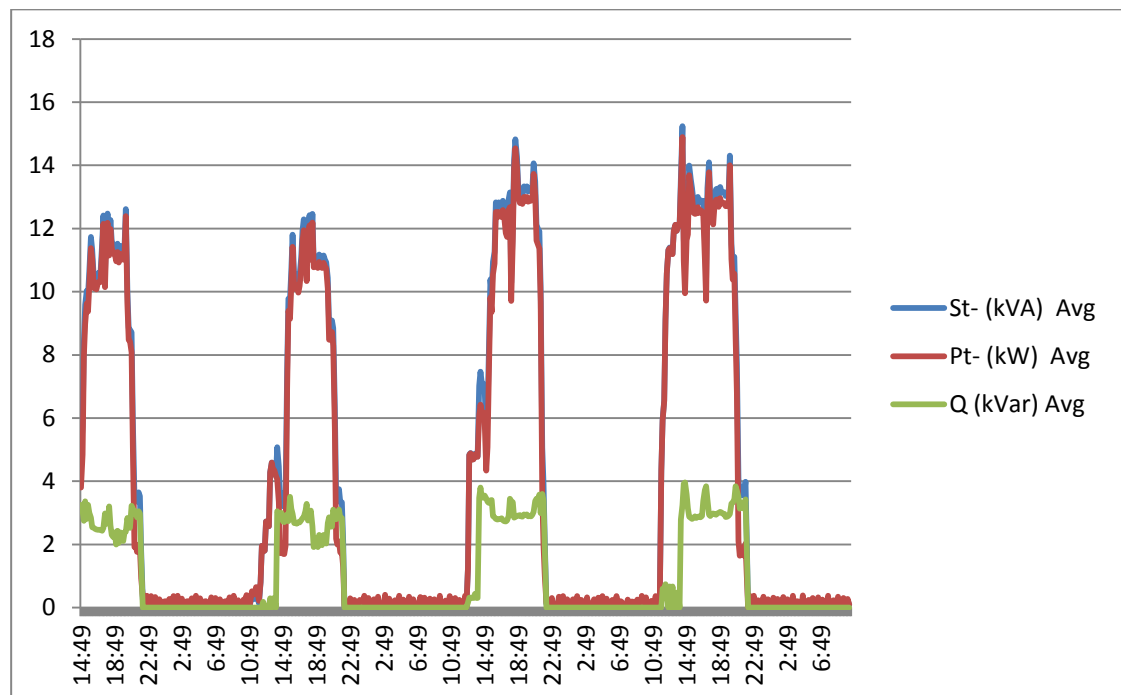
## 4.2 Tehojen ja loistehon määrät Kinolinnassa

Vaihevirtojen lisäksi mittasin Kinolinnan pääkeskuksesta myös sen ottaman tehon määrän. Mittavina suureina olivat pätötehon  $P_{min}$ ,  $P_{max}$  ja  $P_{avg}$  suuret sekä näennäistehon  $S_{min}$ ,  $S_{max}$  ja  $S_{avg}$  suuret. Näiden avulla pystyin laskemaan myös loistehon  $Q$  suuret halutessani. Loisteho  $Q$  saadaan kaavasta:

$$Q^2 = S^2 - P^2 \quad (1)$$

Loistehon määrä vaihteli mittauksen aikana noin 2 – 3,8 kVar välillä. Määrä on pieni eikä mielestäni anna aihetta harkita esimerkiksi kompensoinnin tarvetta.

Korkein mitattu keskimääräinen näennäisteho oli 14,82kVA ja korkein keskimääräinen pätöteho oli 14,54kW. Alla olevassa kuvan 5 viivadiagrammissa on esitetty näennäistehot, pätöteho ja loisteho mittausajan suhteena.

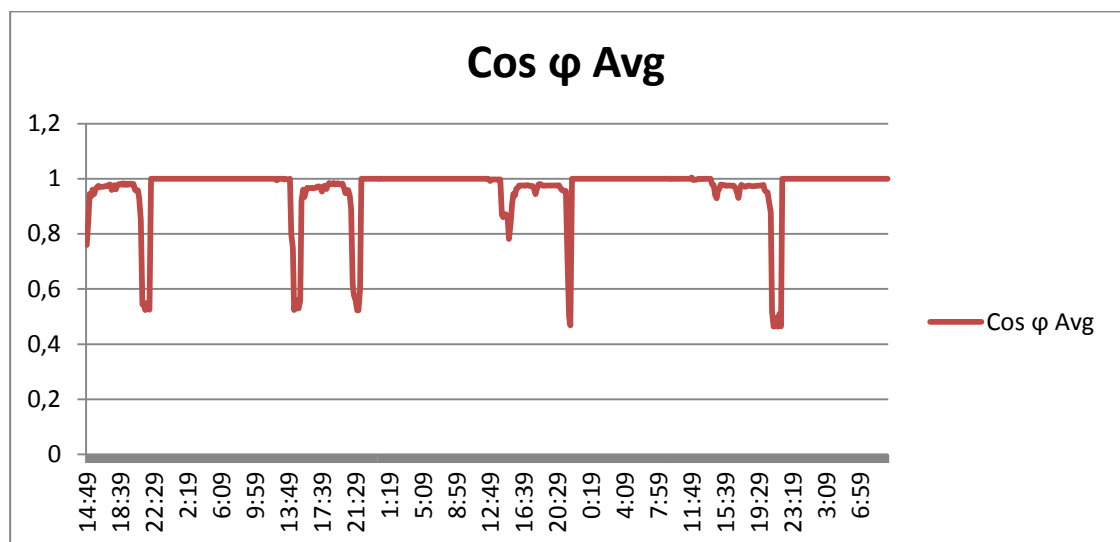


**KUVA5. Viivadiagrammi tehoista ajan suhteena**

Laskin mitattujen tehojen perusteella myös tehokertoimen  $\cos \varphi$  arvot. Tehokerroin saadaan kaavasta:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} \quad (2)$$

Tehokertoimen arvot on esitetty kuvassa 6 olevassa kuvaajassa. Laskin myös keskiarvon tehokertoimelle siltä ajalta, kun teatterin laitteistot ovat olleet käytössä mittaushetkellä. Tälle sain arvoksi 9,37. Suurimman osan ajasta tehokerroin on lähellä keskiarvoa. Huonoimmillaan tehokerroin on lähellä 0,5. Tämä ilmenee käytännössä vain näytöksien jälkeen, jolloin teatterin kuormana on ainoastaan salien, mainostaulujen ja aulatilojen valaistusta sekä tietokoneiden ja projektorien tehoelektroniikkaa. Näistä syntyvä loisteho on korkea suhteutettuna sen hetkiseen kokonaistehoon, joka taas aiheuttaa huonon tehokertoimen arvon. Tilanne ilmenee onneksi vain lyhyen hetken vuorokaudessa.



**KUVA6. Tehokertoimen arvot mittaussajan hetkellä**

### 4.3 Oikosulkuvirtojen mittaukset Kinolinnassa

Mittasin elokuvateatterin pistorasioiden oikosulkuvirrat Fluken asennustesterillä. Mitatut impedanssit vaihtelivat  $0,75\Omega$  aina  $2,09\Omega$  asti. Oikosulkuvirrat taas vaihtelivat 347A aina 110A asti. 16A nimellisvirralla toimiville gG-sulakkeille on pienin vaadittu mitattu arvo 137,5A, kun taas B-tyyppin johdonsuoja katkaisijalla arvo on 100A ja C-tyyppin johdonsuojakatkaisijalla 200A /4, s.91/. Vaatimukset täyttyivät suurimmassa osassa pistorasioista selkeästi. Sen sijaan ensimmäisen salin ja aulan siivouspistorasiat eivät täydy vaatimuksia mitattujen oikosulkuvirtojen osalta. Näiden tapauksessa on

vaihdettava johdonsuojakatkaisimet C-tyypistä B-tyyppiin, jotta vaaditut mitatut arvot täyttyvät.

TAULUKKO 1. Pienimmät toimintavirrat johdonsuojakatkaisimille ja vaaditut mitatut arvot /4, s.91/.

Nimellisvirta	B-tyyppi 0,4s ja 5,0s	Vaadittu mitattu arvo	C-tyyppi 0,4s ja 5,0s	Vaadittu mitattu arvo
A	A	A	A	A
6	30	37,5	60	75
10	50	62,5	100	125
16	80	100	160	200
20	100	125	200	250

TAULUKKO 2. Pienimmät toimintavirrat gG-sulakkeille ja vaaditut mitatut arvot /4, s.91/.

Nimellisvirta	gG-sulake 0,4s	Vaadittu mitattu arvo	gG-sulake 5,0s	Vaadittu mitattu arvo
A	A	A	A	A
4	32	40	18	22,5
6	46,5	58,2	28	35
10	82	102,5	46,5	58,2
16	110	137,5	65	81,3
20	145	181,3	85	106,3

#### 4.4 Johtopäätökset mittauksista

Elokuvateatterin kuormien mittaaminen vahvisti epäilyksen vinokuormasta ja muutenkin korkeasta kolmannen vaiheen kuormasta. Kuorma oli myös aistinvaraisesti huomattavissa kiinteistökeskuksella olevien 25A pääsulakkeiden ja vanhaa konehuonetta syöttävien 25A tulppasulakkeiden huomattavasta lämpenemisestä. Pääsulakkeiden koon kasvattaminen pykälää suuremmaksi 35 ampeeriin on mielestäni järkevää, kun teatteriin lisätään uusi kolmas sali. Tämä antaa myös pelivaraa, mikäli laitteistojen määrä teatterissa jatkaa kasvuaan. Esimerkiksi ilmanvaihtojärjestelmän uusiminen



kasvattaa sähköenergian kulutusta nykyisestä. 35A pääsulakkeet parantavat myös Kinolinnan sähköverkon suojauksen selektiivisyyttä, kun konehuoneita syöttävien kaapeleiden päissä on 25A sulakkeet. Mahdollisen ylikuormituksen johdosta palava sulake ei tällöin ole välttämättä kiinteistökeskuksessa sijaitseva pääsulake vaan ryhmäkeskusta syöttävä sulake. Tällä hetkellä selektiivisyyden puuttuessa virtapiirissä tapahtuva oikosulku polttaa todennäköisimmin juuri kiinteistön pääkeskuksessa sijaitsevan sulakkeen. Myös sulakekoon kasvattamisesta koituvat kerta- ja vuosittaiset kulut eivät ole merkittäviä, kun suhteutetaan ne uuden salin rakennuskustannuksiin ja vuosittaisiin sähkönsiirrosta ja energiankäytöstä johtuviin kuluihin.

Teatterin verkon vinokuorma tasaantuu huomattavasti, kun siihen liitetään uusi kolmas sali. Ensimmäiseen vaiheeseen kytketty projektori nostaa vaiheen virran kulutuksen noin 20A tienoille. Jakamalla salin ilmanvaihtokoneen mahdollisen lämmityksen ja valaistuksen kuorman järkevästi vaihteittain kuorma jakautuu tasaisesti. Tällöin kuorman määrä vaihekohtaisesti vaihtelisi noin 22A ja 30A välillä lukuun ottamatta hetkellisiä piikkejä kuormassa.

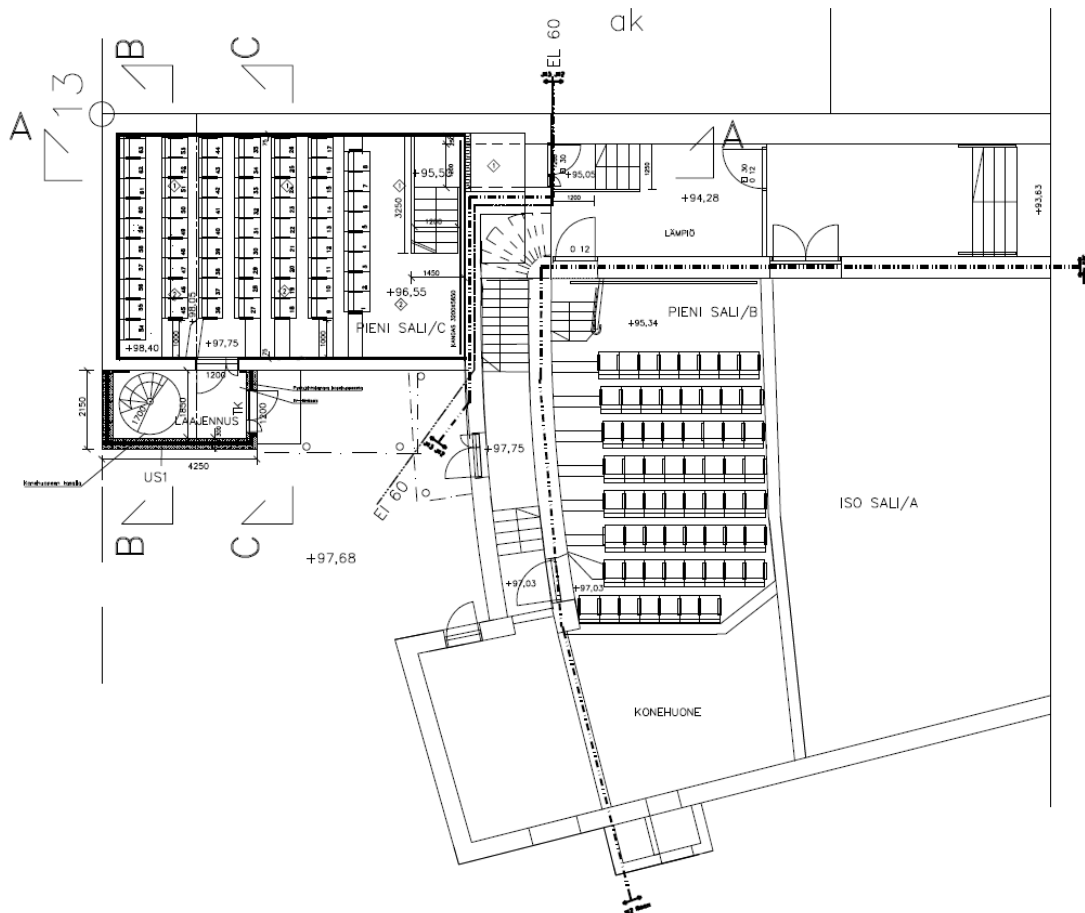
## 5 SÄHKÖSUUNNITELMAT

### 5.1 Jakelualueet

Aloitin Kinolinnan laajennuksen sähkösuunnitelmien tekemisen määrittämällä ensimmäisenä jakelualueet. Vanhoissa tiloissa ei varsinaisesti ole selkeää jakoa tiettyihin jakelualueisiin ainakaan salikohtaisesti. Pääkeskuksella ovat molempien Kino 1:n ja Kino 2:n pistorasiat, käytävien valaistus ja kassan sekä muun Kinolinnan ryhmäjohtot. Konehuoneessa sijaitsevan RKKH-ryhmäkeskuksen syötoissä ovat konehuoneen syötöt, ensimmäinen salin huippuimuri ja molempien salien valaistus, turvavalojärjestelmän syötöt ja murtohälytysjärjestelmä. Määritin vanhan konehuoneen jakelualueeksi RKKH, salit sekä aulatilat jakelualueeksi JK2. Uusi kolmas sali ja sen muut tilat tulevat olemaan jakelualue JK3 omalla ryhmäkeskuksellaan.

Uusi kolmas sali tullaan toteuttamaan uutena omana jakelualueenaan, jota syöttää uusi ryhmäkeskus kolmannen salin konehuoneesta. Ryhmäkeskukselle vedetään  $5 \times 6 \text{ mm}^2$

MMJ syöttöjohdoksi pääkeskukselta. Ryhmäkeskus syöttää kolmannen salin konehuoneen tarvittavat syötöt pistorasioille, projektorille, salin ja konehuoneen valaistukselle ja IV-tekniikalle. Ainoastaan turvavalaistusjärjestelmän akustolta tuleva vikatilanteen syöttö tulee vanhassa konehuoneessa sijaitsevalta turvavalokeskukselta. Alla on esitetty kuva Kinolinnan laajennuksen jakelualueista.



## KUVA7. Jakelualueet

## 5.2 Pääjohtoreitit ja tilanvaraukset

Jakelualueen määrittämisen jälkeen aloin suunnitella pääjohtoreittejä ja tilanvarauksia. Konehuoneessa on hyvin tilaa ryhmäkeskukselle, mahdolliselle IV-koneelle ja esitystekniikalle. Määritin laitteiden suurpiirteiset sijoituspaikat, jotta laitteiden huollettavuus ei vaadi toimenpiteitä tai laitteiden siirtoa. Datakaapeleiden ristikytöntäpaneeli tulee sijaitsemaan vanhassa konehuoneessa. Uuteen konehuoneeseen asennettava ryhmäkeskus JK3 tulee sisältämään melko vähäisen määrän kytkettäviä ryhmiä ja siihen liitettävät valaisimien säätimet eivät vie paljon tilaa, joten keskuksen tarvitseva

tilanvaraus ei ole suuri. Käytännössä on vain otettava huomioon, että keskuksen edessä on riittävä tila mahdollisille asennus ja huoltotöille. Tämän vuoksi sitä ei kannata sijoittaa suoraan projektorin tai vahvistinkaapin eteen. Sähkötieto ry:n ST-käsikirja: Sähkö- ja teletekniset tilat ja asennusreitit antaa erinomaisesti tietoa sähkötekniisten keskustilojen ja johtoreittien suunnitteluun. Käytin sitä apuna suunnitellessani tilanvarauksia ja johtoreittejä. Keskuksen pienen koon johdosta tilanvarauksia suunnitellessa ei juuri tarvinnut kiinnittää huomiota niistä asetettuihin määräyksiin.

Suurimmat kaapeleiden vedot tulevat olemaan syöttökaapelin veto ryhmäkeskukselle, valokuitukaapelin veto konehuoneiden välille, kaiutinkaapeloinnit sekä yleiskaapelointi salin ja konehuoneen välille. Pääjohtoreittinä tulee toimimaan levyhylly, joka kulkee kolmannen salin eteläpuoleisella seinällä katon rajassa konehuoneen seinään asti. Kolmannen salin ja Kinolinnan väliseen seinään tehdään läpiviennit kaapeloinneille. Läpivienti tehdään myös salin ja konehuoneen väliseen seinään. Kino 2:n poistumiskäytävälle asennetaan levyhyllyä, jolla kaapelit saadaan kuljetettua NK:lle ja vietyä Kino 2:n puolelle. Kino 2:n puolella käytetään sen alaslasketun katon sisäpuolella jo entuudestaan kulkevia kaapelihyllyjä, joita pitkin kaapelit saadaan kuljetettua vanhan konehuoneen puolelle.

Konehuoneiden välinen datakaapelointi hoidetaan yhdellä kuitukaapelilla, joten näin voidaan huoletta käyttää samaa läpiviientä voimajohdoille ja datalle. Läpiviennin haluaisijan ei tarvitse olla suuri kaapeleiden vähäisen määrän vuoksi. Rakenteisiin tehtävät läpiviennit kulkevat palokatkon läpi, joten ne on tiivistettävä määräyksien mukaisesti vastaamaan samaa palonestoluokkaa kaapelointien asentamisen jälkeen.

### **5.3 Valaistussuunnitelmat**

Salin valaistus toteutetaan katon pintaan asennetuilla valaisimilla. Salin portaiden yläpuolelle seinään asennetaan askelvalaisimet noin 15-20cm korkeuteen portaan pinnasta. Jokaista askelmaa kohden tulee yksi askelvalaisin. Myös lämpiöön asennettaviin portaisiin asennetaan askelvalaisimet turvallisuuden vuoksi. Salin länsijulkisivulle asennetaan kaksi ulkovalaisinta seinälle. Valaisimet kytketään samaan ryhmään vanhan ulkovalaisimen kanssa ja niitä ohjataan liiketunnistimella. Poistumistien ja konehuoneen portaikon valaistus toteutetaan seinävalaisimilla, joita ohjataan kytkimellä

portaikon oven pielestä. Molempiin konehuoneisiin asennetaan ykköskytkimillä ohjautut kattovalaisimet. Turvavalaisinjärjestelmistä kerron tarkemmin tuonnempana.

Kino3:n valaistuksen hahmottelin käyttämällä maksutonta Dialux- valaistuksen suunnitteluohjelmaa. Sen avulla sain helposti laskettua tarpeellisen valaistuksen määrän ja hahmoteltua, miltä tila tulisi näyttämään valaistuna. Ensimmäisenä ohjelmaan täytyi hahmotella 3D-kuva tilasta ja miettiä siinä käytettäviä pintamateriaaleja. Pintamateriaaleina käytetään tummiksi maalattuja mattapintaisia seiniä, tummia lattiamattoja ja punaisiksi verhoiltuja tuoleja, jotta tulokset vastaisivat luminanssiltaan mahdollisimman tarkasti oikeaa lopputulosta. Näiden jälkeen valitsin sopivat valaisimet ja sijoitin ne kuvaan niin, että valo jakaantuisi mahdollisimman tasaisesti koko saliin. Dialuxin monet ominaisuudet, kuten väärävärien avulla näytetty valon jakautuminen ja selkeät tulosteet valonjakokäyrineen, ovat käteviä työkaluja tällaisten tilojen valaistuksen suunnittelussa ja valaisimien tarvittavien valovirtojen määrittämisessä. Valaisimien sijainnit valonjakokäyrineen voidaan muuntaa suoraan Dialuxista CAD-kuvaan ja tuoda ne näin suunnitelmiin.

Valaisimiksi saliin valitsin seitsemän kappaletta Fagerhultin valmistamia Tribond-valaisimia 43W teholla, joista yksi sijaitsee saliin johtavassa käytävässä. Salin poistumisreitit seinän viereiset kolme valaisinta varustetaan turvavalaisinyksiköillä. Valaistusta ohjataan salin sisäänkäynniltä ja poistumistieltä Dali-kytkimillä. Valaisimet on varustettu liitäntälaitteella, joka on Dali-yhteensopiva. Dali-väylää syöttää Helvarin digidim 402 -teholähde, joka kiinnitetään ryhmäkeskukseen. Ohjelmoitavat Dali-kytkimet sisältävät neljä ohjelmoitavaa tilan valitsinta, valaistuksen portaattoman säädön ja poiskytkenäppäimet. Dali-väylällä mahdollistetaan myös automaation käyttö valaistuksen ohjauksessa. Esimerkiksi projektorilta saatava kärkitieto näytöksen eri vaiheista voidaan tuoda valaistuksen ohjaukselle ja näin automatisoida valaistuksen himmennystä ja poiskytkenäppäimiä.

Valaisimet ovat himmennävissä välillä 0-100 %. Ne antavat työtasolle noin 60 luksin valotehon ja parhaimmillaan noin 90 luksin valotehon, mikä riittää mainiosti, kun otetaan huomioon, että tilassa valontarve koostuu käytännössä oman istuimensa löytämisestä ennen esityksen alkua. Arvion valaistusvoimakkuuden riittäväksi sillä perusteella, että verrattain hämärässä, noin 100 luksin valotehossa näkee tarkkasilmäinen vielä

lukea mainiosti, kun noin 300 luksia on suositusarvo valaistusvoimakkuudelle tiloissa, joissa luetaan tai työskennellään. Siivousvaloksi taas riittää 30 luksia lattiatasossa. /5./

Määritin saliin poistumisopasteen 100\*200 mm koossa, joka täyttää turvavalojärjestelmille asetetut vaatimukset. Dialux -kuvassa käytin askelvaloina yhdeksän kappaletta Fagerhultin 3W led -askelvaloja auttamaan tilan valaistuksen hahmottamisessa.

Kinolinnan laajennuksen muihin tiloihin riittää, että valon määrä on riittävä mahdollistamaan normaalin tiloissa liikkumisen ja laitteiden käytön. Täten konehuoneisiin ja henkilökunnan käytössä olevissa tiloissa riittää yksinkertainen perusvalaistus. Myös ulkovalaistuksessa on panostettu lähinnä vain poistumistien välittömän läheisyyden valaisemiseen turvallisuuden vuoksi. Laajennuksen julkisivu on sisäpihalla piilossa katseilta suurimman osan ajasta, joten arkkitehtuurin valaisemisen suunnittelulle en nähnyt aihetta tämän työn aikana. Dialux -tuloste ja valaisinluettelo löytyvät liitetiedoista opinnäytetyön lopusta. Kuvassa 8 on esitetty kuvakaappaus Dialuxiin mallinnetusta salista.



**KUVA8. Dialuxiin hahmoteltu 3D-kuva salista valaistus valmiiksi suunniteltuna**

#### 5.4 Konehuoneen ja salin sähköistys

Valaistuksen periaatteiden suunnittelun jälkeen alkoi varsinaisten sähkösuunnitelmien tekeminen. Aikaisempien mittauksien perusteella saatiin tärkeää tietoa järjestelmien ottamista tehon määristä ja kuormista, joita teatterin tekniikkaa aiheuttaa. Sähkötekniisesti elokuvateatterin laajennuksen suunnittelu pistekuvien kannalta on melko yksinkertaista. Salissa tarvittavien pisteiden määrä on melko vähäinen, sillä esimerkiksi pistorasioita tarvitaan hyvin vähäinen määrä. Kuvien piirtämiseen käytin Kymdatan CADS planner electricin versiota 16.

Suunnittelin salin yläosaan siivouspistorasian ja salin alaosaan kaksiosaiset pistorasiat siivouskäyttöön ja mikäli salissa mahdollisesti tultaisiin pitämään seminaarityyppejä esityksiä, joissa on tarvetta liittää teatterin järjestelmiin muuta esitystekniikka, kuten kannettava tietokone. Näin pienessä salissa on kuitenkin harvemmin ollut kyseisille järjestelmille käyttöä. Pistorasioiden lisäksi pistekuviin tuli valaisimien sijaintipaikat, askelvalojen sijainnit ja yleiskaapelointiin liittyvien kojerasioiden paikat, joista tärkeemmin jäljempänä. Kuvissa näkyvät myös turvavalaisinjärjestelmän valaisimien sijainnit ja valaisimien kytkimien sijainnit. Näistä mainittakoon erikseen valaisimien säätimien sijainnit, jotka määräytyivät tilaajan kanssa käyttömukavuudesta käytyjen keskustelujen sekä omien arvioiden perusteella. Valoja täytyy voida ohjata konehuoneesta sekä poistumistien ja saliin johtavan käytävän läheisyydestä, josta koneenhoitaja voi helposti säätää valotasoa esityksen alkaessa.

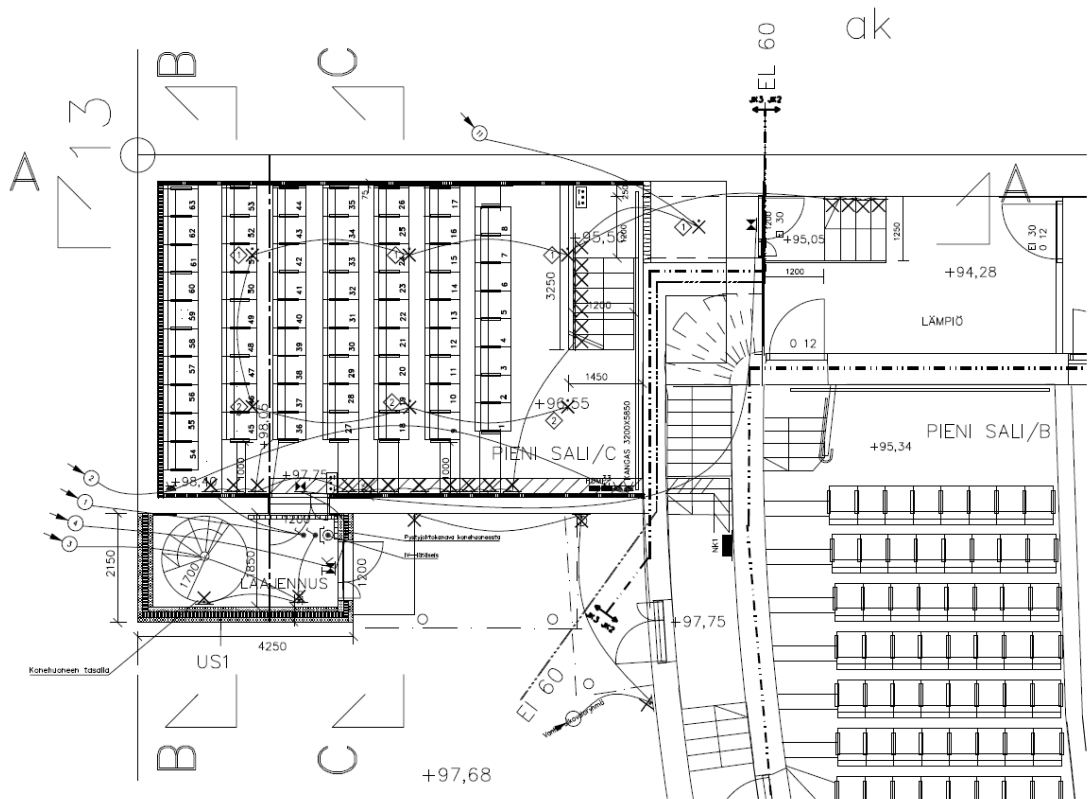
Konehuoneiden sähkösuunnittelussa tärkeää on suunnitella tilat niin, että ne ovat tarpeen tullen muunneltavissa helposti sekä ottaa huomioon sähköpisteiden järkevä sijoittelu. Suunnittelin konehuoneiden seinille asennettavat johtokanavat, joissa kuljeteaan esitystekniikan syötöt ja joihin asennetaan tarvittavat kalusteet. Johtokanavat mahdollistavat tilan muunneltavuuden tulevaisuudessa ja helpottavat mahdollisia huoltotoimenpiteitä.

IV-konehuoneeseen asennetaan johtokanavaan kolme kaksiosaista suko-pistorasiaa, mikäli niille tulee tarvetta esimerkiksi huoltotöiden aikana. Tämän lisäksi konehuoneen kattoon asennetaan valaisin, jota ohjataan ykköskytkimellä konehuoneen oven

pielestä. IV-koneelle vedetään oma sähkönsyöttönsä johtokanavaa pitkin suoraan ryhmäkeskukselta JK3.

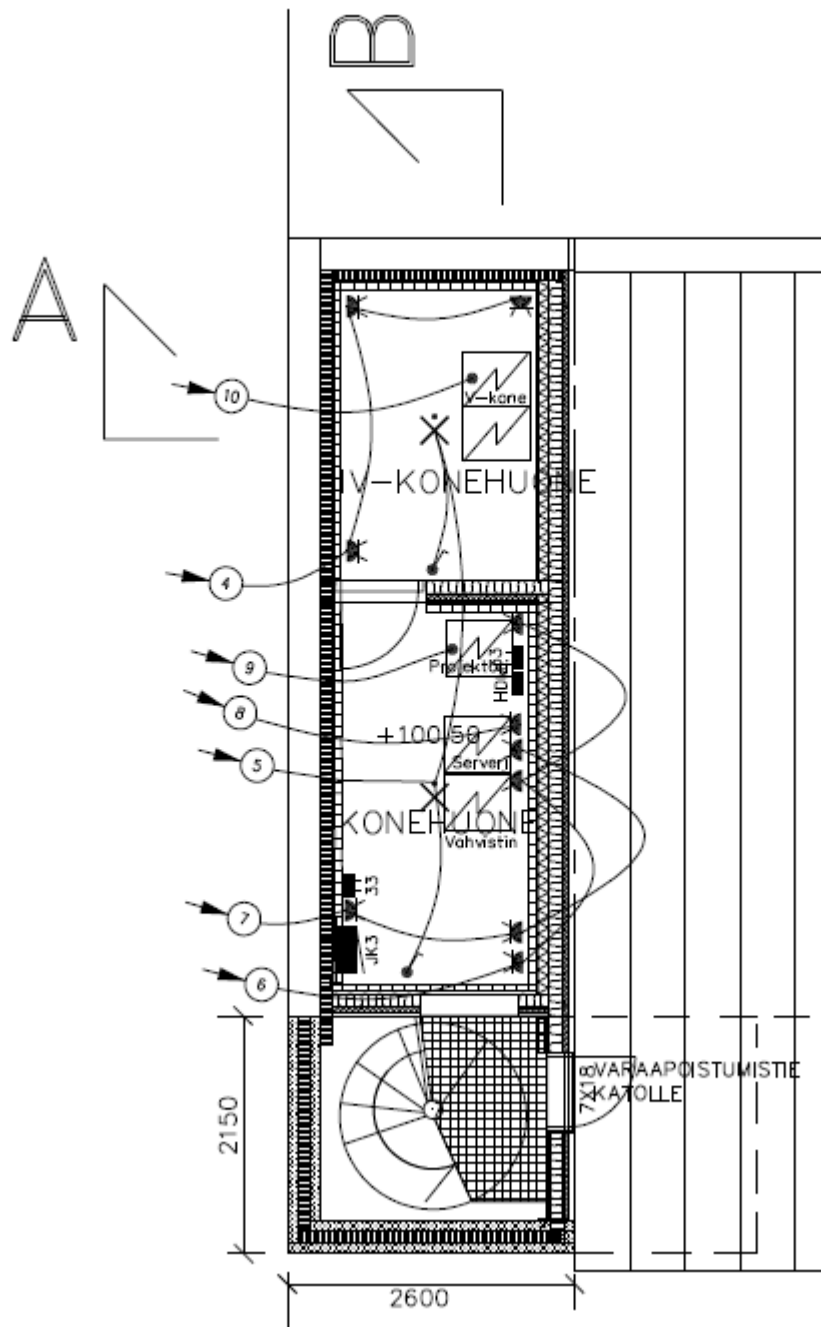
Filmikonehuoneeseen asennetaan johtokanavaan kahdessa eri ryhmässä kaksi paria kaksiosaisia suko-pistorasioita. Näiden lisäksi asennetaan yksi omassa ryhmässään oleva kaksiosainen suko-pistorasia syöttämään projektorin serveriä ja audiovahvistinta. Projektorille vedetään oma syöttö suoraan ryhmäkeskukselta johtokanavaa pitkin. Lisäksi johtokanavaan asennetaan yleiskaapeloinnit ja niiden kojerasiat, joista lisää jäljempänä omassa kappaleessaan. Konehuoneeseen tulee jäähdytystä ja talvella lämmitystä varten ilmalämpöpumppu, jolle täytyi myös varata oma syöttönsä suoraan keskukselta. Konehuoneen valaistus hoidetaan kattoon asennettavalla valaisimella, jota ohjataan ykköskytkimellä konehuoneen oven vierestä. Esitystekniikkaa eli projektoria, serveriä ja vahvistinta syöttävät ryhmät kytketään keskuksen kanteen sijoitettavan katkaisimen kautta, jotta henkilökunta voi helposti kytkeä esitystekniikan päälle. Menetelmä on ollut käytössä molemmissa teattereissa jo entuudestaan. Esitystekniikkaa syöttävien johtojen suojaamiseen käytetään vikavirtasuojamattomia johdon-suojakatkaisijoita, joilla varmistetaan esityksen häiriintymättömyys kaikissa tilanteissa. Nämä pistorasiat on merkittävä selkeästi vain kyseistä käyttöä varten. Konehuoneiden muiden pistorasioiden syötöt ovat luonnollisesti vikavirtasuojattuja.

Salista pois johtavaan tilaan ja siitä konehuoneeseen vievään kierreportaikkoon asennetaan molempiin päihin valaistus, jota ohjataan ykköskytkimellä poistumistien oven vierestä. Samaan tilaan tulevat myös IV-koneen hätä-seis -kytkin ja turvavalojen pakko-ohjauskytkin. Tilaan asennetaan alas valaiseva poistumistieopaste, joka toimii samalla poistumisreitillä valaisimena. Seuraavissa kuvissa on otteet salin ja konehuoneiden pistekuvista. Varsinaiset pistekuvat löytyvät opinnäytetyön liitteestä.



### KUVA9. Kino 3:n pistekuva



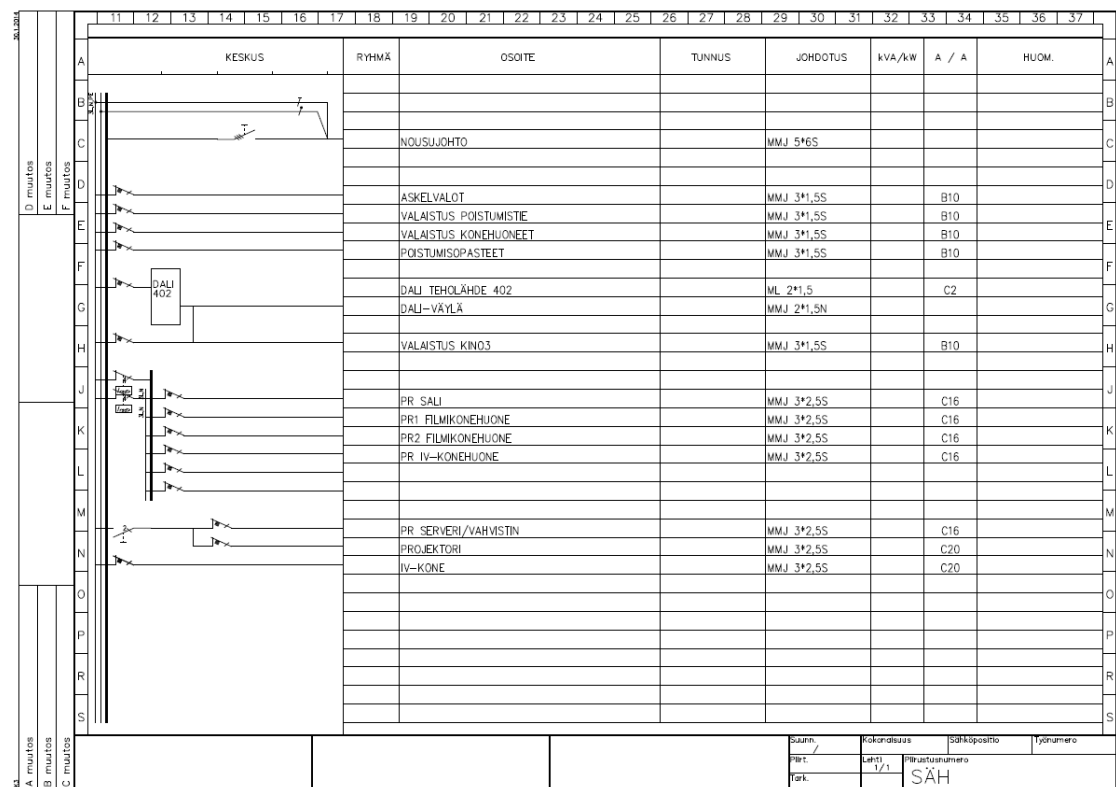


**KUVA10. Laajennuksen konehuoneiden pistekuva**

Sähköpisteiden suunnittelun jälkeen täytyi luonnollisesti suunnitella tarvittava johdotus ja ryhmäjako pisteille. Huomioitava on, että kaikki pistorasiat eivät ole samassa ryhmässä ja että laitteiden kuormien määrä on sopiva kyseessä olevalle johdonsuojakatkaisimelle tai muulle suojalaitteelle. Johdotus koostuu tavallisista sisäasennuksissa käytettävistä kaapeleista pois lukien turvavalaisimien kaapelointi, joka täytyy toteuttaa palonkestävillä kaapeleilla.

## 5.5 Keskuskaaviot

Laajennukseen tarvittavien sähkönsyöttöryhmien määrän ollessa selvillä pystyin aloittamaan keskuskaavioiden täyttämisen. Ryhmien vähäisen määrän vuoksi Kino 3:lle riittää melko pieni ryhmäkeskus. Syötettäviä ryhmiä Kino3:n tuli 12 kappaletta. Keskusta valittaessa täytyy huomioida, että siinä on riittävä tilanvaraus myös IV-koneen syötölle ja projektorin syötölle sekä riittävät tilanvaraukset tulevaisuuden tarpeisiin. Projektori ja IV-kone molemmat vaativat 20A johdonsuojakatkaisimet korkeiden otto-tehojen johdosta. Lisäksi keskuksen yhteyteen on asennettava kuormaerotin, jolla projektorin, serverin ja vahvistimen virran kytkentä tapahtuu, kun laitteet halutaan käynnistää. Keskus tullaan asentamaan konehuoneen lännen puoleiselle seinälle pinta-asennuksena. Allan on esitetty kuva keskuskaaviosta.

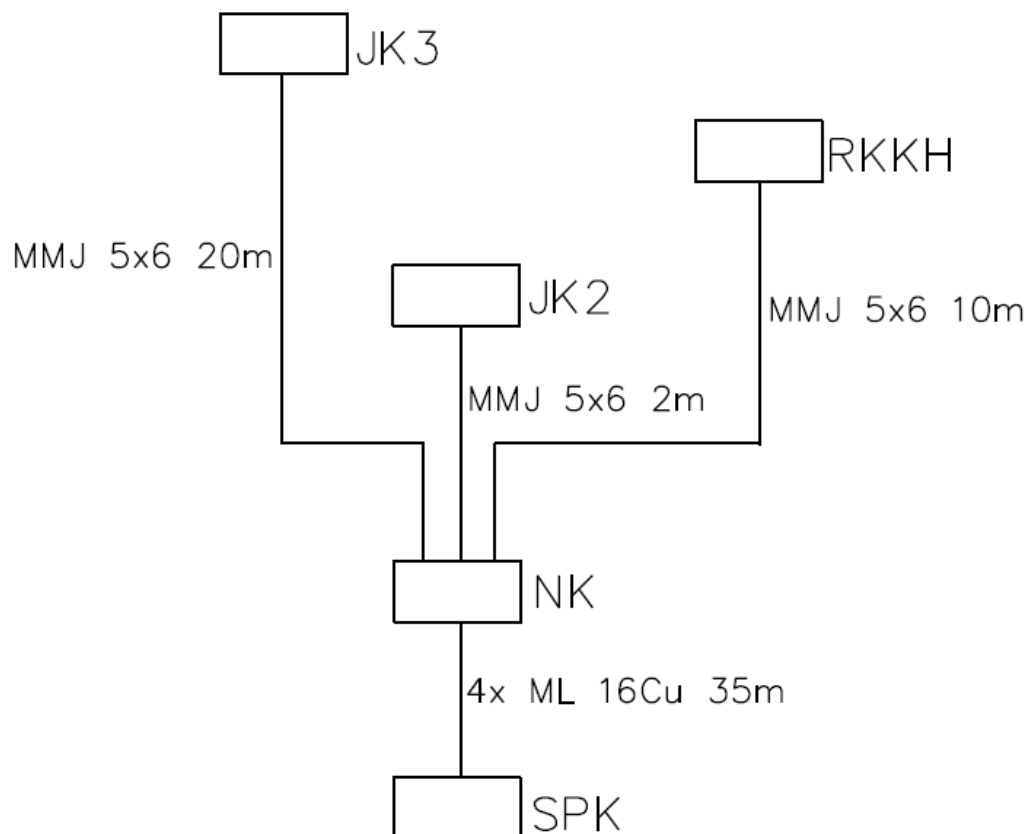


### KUVA11. Keskuskaavio JK3

Nykyisen pääkeskuksen korvaa uusi nousukeskus, johon kiinteistön pääkeskukselta tuleva nousujohto ja vanhassa keskuksessa ollut tariffimittari kytketään. Tähän keskukseseen tulee kolme 25A kytkinvarokkeilla varustettua kolmivaihelähtöä JK2:lle, JK3:lle ja RKKH:lle. Lisäksi varataan vielä yksi ylimääräinen varoke tulevaisuuden

varalle. Nousukeskuksen yhteyteen tulee jakokeskus JK2. Keskus korvaa nykyisen PK:n, joka syöttää käytännössä kaikkia muita Kinolinnan sähköryhmiä lukuun ottamatta vanhaa konehuonetta.

Nousujohdon pään sijainti poistumiskäytävällä aiheuttaa suunnittelun kannalta lisäpohtimista, sillä muita kuin uloskäytävien turvallisuutta palvelevia jakokeskuksia ei suositella sijoitettaviksi ulosjohtavaan käytävään. Mikäli jakokeskus joudutaan sijoittamaan esimerkiksi porraskäytävään, se tulee erottaa käytävätilasta vähintään palokestävyysluokan E1 30 mukaisella palamattomalla tai lähes palamattomalla rakenteella. Mikäli pääkeskus on suurempi kuin 250A, on se sijoitettava omaan erilliseen huoneeseensa. Tätä pienemmät keskuksat voidaan sijoittaa seinälle tai esimerkiksi komeeroon./6, s.32/ Alla olevassa kuvassa 12 on esitetty Kinolinnan tuleva nousujohtokaavio.



**KUVA12. Nousujohtokaavio**

Nousujohton pää ja nykyinen keskus sijaitsevat samalla käytävällä, jota käytetään toisesta salista poistuttaessa. Varsinainen poistumisreitti kuitenkin erkanee käytävästä ennen keskuksen sijaintia, joten keskuksen nykyistä sijoituspaikkaa voidaan käyttää myös tästä eteenpäin. Keskuksen kohdalla seinässä on noin 15cm syvennys, jonka kohdalle uusi nousukeskus ja jakokeskus tullaan sijoittamaan. Sijainti voisi olla kaapelipituuksien kannalta parempikin, mutta tilojen käyttötarkoituksen huomioon ottaen on nykyinen sijainti mielestäni riittävän hyvä, jotta nousujohtoa ei tarvitse vetää uuteen paikkaan. JK2:lta lähtevien ryhmäjohtojen pituus on kassalla sallittujen oikosulkuvirtojen osalta melko äärirajoilla, mutta hyväksyttävä. RKKH:lle ja JK3:lle tehtävien vetojen pituudet kestävät alle kahdessakymmenessä metrissä. Keskuskaavioiden ja nousujohtokaavion viralliset kuvat ovat opinnäytetyön liitteinä.

## 5.6 Lasketut oikosulkuvirrat

Kiinteistön sähköpääkeskuksella on verkonhaltijan mukaan 3,6kA yksivaiheoikosulkuvirta. Tämän tiedon ja sähkökuviin merkittyjen kaapelitietojen avulla pystyin laskemaan teatterin sähkökeskuksien oikosulkuvirrat ( $I_k$ ) ja kaapelien impedanssit ( $Z$ ). Oikosulkuvirta saadaan laskettua kaavalla:

$$I_k = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot Z} \quad (3)$$

NK:n oikosulkuvirta saadaan laskemalla:

$$Z_{k1} = (0,95 \cdot 400V) / (\sqrt{3} \cdot 3600A) = 0,0609\Omega$$

$$Z_{k2} = 0,0609\Omega + 2 \cdot 1,418 \Omega/km \cdot 0,035km = 0,16016\Omega$$

$$I_{k1} = (0,95 \cdot 400V) / (\sqrt{3} \cdot 0,16016\Omega) = 1369,84A$$

JK3:n oikosulkuvirta saadaan laskemalla:

$$Z_{k3} = (0,95 \cdot 400V) / (\sqrt{3} \cdot 1369,84A) = 0,1602\Omega$$

$$Z_{k4} = 0,1602\Omega + 2 \cdot 3,66 \Omega/km \cdot 0,02km = 0,3066\Omega$$

$$I_{k2} = (0,95 \cdot 400V) / (\sqrt{3} \cdot 0,3066\Omega) = 715,57A$$

Heikoimman pistorasiaryhmän oikosulkuvirta saadaan laskemalla:

$$Z_{k5} = 0,3066\Omega + 2 \cdot 8,77 \Omega/\text{km} \cdot 0,02\text{km} = 0,6574\Omega$$

$$I_{k3} = (0,95 \cdot 400\text{V}) / (\sqrt{3} \cdot 0,6574\Omega) = 333,74\text{A}$$

Viimeisen pistorasiaryhmän oikosulkuvirraksi tulee 20m kaapelilla 333,74A. 16A C-tyypin johdonsuojakatkaisijan 160A oikosulkuvirran vaatimus täyttyy selkeästi. Laskuissa käytetyt kaapelien impedanssit on otettu D1 käsikirja rakennusten sähköasennuksia kirjan taulukoista.

## 5.7 Yleiskaapelointi

Elokuvateatteri Kinolinnassa yleiskaapeloinnin määrä tällä hetkellä on hyvin vähäinen. Internetyhteys on hoidettu puhelinkaapeloinnin kautta eikä kiinteistöön ole missään vaiheessa rakennettu kunnollista dataverkkoa. Tiedonsiirron määrä ja tarve on kasvanut huomasti ajoista, jolloin elokuvat toimitettiin teattereille filmirullina ja projektorit sisälsivät vain vähäisiä määriä elektroniikkaa. Vuosikymmenen sisällä tapahtunut teatteritekniikan täysi digitalisoituminen on muuttanut elokuvateatterin sähkötekniisiä vaatimuksia myös tiedonsiirron saralla.

Nykyisin elokuvat tulevat teatterille suurimmaksi osaksi fyysisinä kopioina ulkoisten kovalevyjen muodossa. Levittäjät ovat kuitenkin lähiaikoina pikkuhiljaa siirtyneet elokuvien kopioiden lähettämiseen internetin välityksellä. Suuret tiedostot vaativat datayhteyksiltä luotettavia ja nopeita yhteyksiä. Elokuvatiedostojen koot vaihtelevat hieman alle sadasta gigatavusta aina kolmeensataan gigatavuun. Nykyisellä langattomalla 4G-yhteydellä kopioiden lataaminen on jo suhteellisen nopeaa, mutta se ei ole yhtä luotettava vaihtoehto kuin kiinteä kaapeliyhteys. Tästä syystä teatterille kannattaisi mielestäni hankkia paikalliselta palveluntarjoajalta nopea kiinteä yhteys, mikä varmistaisi nopean yhteyden tilanteissa, joissa elokuvatiedosto täytyy saada nopeasti ladattua omille servereille.

Kunnollisella dataverkolla mahdollistetaan myös projektorien servereiden yhdistäminen toisiinsa. Kaikki kolme projektoria ja serveriä tullaan kytkemään toisiinsa. Tämä mahdollistaa tiedostojen siirtämisen projektorien kesken ilman, että tiedostoja täytyy

siirtää fyysisille tallennusvälineille ja kuljettaa laitteesta toiseen. Järjestelmän yhteen liittäminen ja kiinteistössä oleva langaton verkko mahdollistaa myös projektorien käytön tablet-tietokoneella mistä tahansa verkon kantaman sisäpuolella. Tämä helpottaa teatterihenkilökunnan toimintaan. Koneenhoitajan ei enää tarvitse yrittää olla fyysisesti useammassa paikkaa yhtä aikaa, vaan hän pystyy ohjamaan kolmannen salin esitystekniikkaa ollessaan samalla ensimmäisen salin ovella päästämässä asiakkaita esitykseen. Myös valvonta ja ajanhallinta ovat helpompaa, kun esityksien tilojen seuraaminen onnistuu kaikkialta kiinteistössä.

Myös kassan toiminta tehostuu kun nykyinen yhteys vaihdetaan nopeaan ja luotettavaan kiinteään yhteyteen. Asiakkaiden korttimaksuihin siirtyminen on ehkä tapahtunut teatterin kassalla asioidessa hieman yleistä trendiä jäljessä, mutta etenkin nuorista enemmistö asioi lähes pelkästään korttimaksuilla. Myös erilaiset yrityksien ja kuntien tarjoamat virike-palvelut, kuten smartum, alkavat siirtyä internetin välityksellä tai älypuhelimilla tapahtuviin maksuihin. Tämän trendin voidaan olettaa vain kasvavan tulevaisuudessa, joten on erittäin tärkeää, että kassalla olevat tietoverkkoyhteydet toimivat nopeasti ja luotettavasti.

Kinolinnan vanhaan konehuoneeseen sijoitetaan ristikytkentäpaneeli. Sieltä yhteydet voidaan liittää toisiinsa tarpeen mukaan. Kolmannen salin rakentamisvaiheessa tullaan vetämään valokuitukaapeli kolmannen salin konehuoneesta vanhaan konehuoneeseen, jossa ristikytkentäpiste sijaitsee. Datakaapeleiden päätepisteen valinnassa on otettu huomioon, että se on helposti laajennettavissa, kun muun teatterikiinteistön tuleva saneeraus lisää yleiskaapeloinnin määrää merkittävästi. Uuden salin valmistuttua paneeliin päättyvät vain kolmannelle salille tulevat kaapelit ja konehuoneessa jo olevat datakaapeloinnit mm. servereiden välillä. Pysyvät siirtotiet konehuoneiden välille ja kolmannelle salille kyseisen salin konehuoneeseen vedetään EMC-häiriöttömällä valokuitukaapelilla. Kaapeli vedetään levyhyllyllä läpiviennin kautta kolmannelle salille toisen salin poistumiskäytävään ja sieltä läpiviennin kautta toisen salin alaslaskukaton sisälle, josta taas läpiviennin kautta vanhaan konehuoneeseen, jossa kaapelit kulkevat johtokanavaa pitkin ristikytkentäpisteeseen. Kolmannen salin konehuoneessa kaapeli päätetään kuidun päätelaitteeseen, josta vedetään parikaapelit kojerasioihin riviliittimillä. Kojerasiat ja kaapeloinnit asennetaan konehuoneen seinälle kiinnitettäviin johtokanaviin. Kanavat on jaettu kahteen osaan välilevyllä, joka auttaa erottamaan data-

ja sähkökaapeloinnit toisistaan ja samalla ehkäisee sähkökaapeleissa kulkevan virran aiheuttamia häiriöitä dataverkkoon.

Kolmannesta salista vedetään kaksi parikaapelia salin konehuoneeseen. Näillä mahdollistetaan erilaisten esityksien pitäminen salissa myös kiinteiden yhteyksien avulla. Kaapelit päätetään konehuoneessa johtokanavien kojerasioihin riviliittimin. Salin puolella kaapelit putkitetaan seiniin, kuljetetaan hyllyä pitkin konehuoneeseen ja päätetään salin etuosassa seinään upotettaviin kojerasioihin. Samalla vedetään putkitukset HDMI-kaapelille, joka päätetään myös upotettavaan kojerasiaan salin seinällä ja HDMI-toistimeen konehuoneessa. HDMI-kaapelointeja suunniteltaessa täytyy huomioida, että kaapelin pituus ilman HDMI-toistimia on melko rajallinen. Toistimilla mahdollistetaan, että kaapeli pystyy siirtämään tietoa parhaalla laadulla pitkiäkin matkoja.

Yleiskaapelointien vetoluettelo:

- HDMI-kaapeli kolmannen salin kojerasiasta konehuoneeseen.
- Valokuitu uudesta konehuoneesta vanhaan konehuoneeseen.
- Parikaapelit kolmannen salin ATK-rasiasta konehuoneeseen.

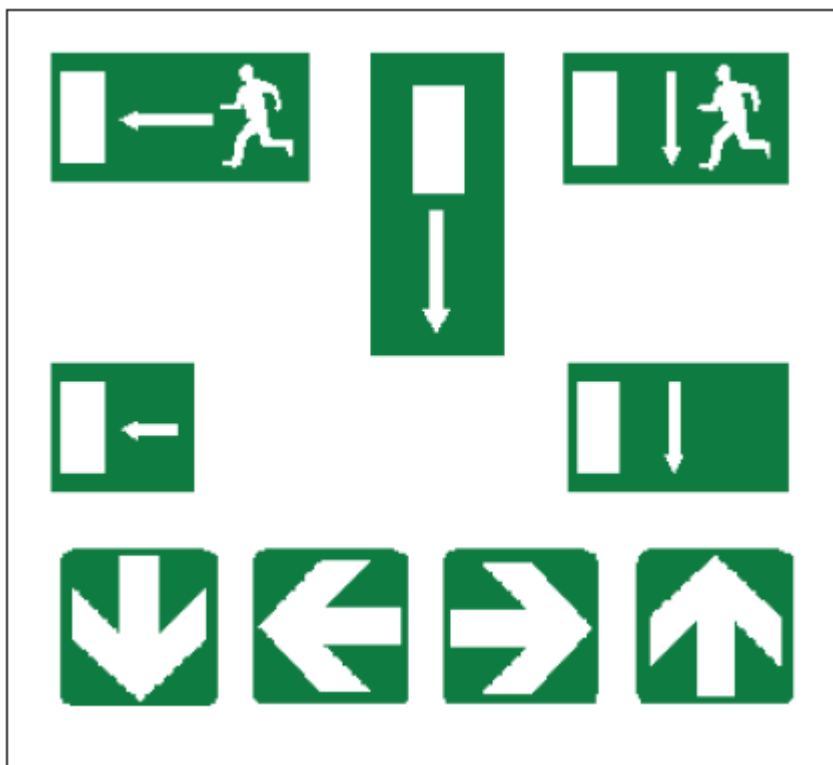
## **6 POISTUMISTIE- JA TURVAVALAISTUS**

Poistumistie- ja turvavalaistus ovat osa turvavalaistusjärjestelmää. Niiden tarkoituksena on mahdollistaa henkilöiden poistuminen tilasta vaaratilanteessa tai normaalin valaistuksen häiriintyessä. Käytännössä turvavalaistus vaaditaan tiloihin, joihin yleisöllä tai henkilökunnalla on pääsy. Tällaisia tiloja ovat majoitustilat, hoitolaitokset, kokoon-tumistilat, liiketilat sekä työpaikka- ja teollisuustilat. Näiden lisäksi poistumisvalaistus on oltava muissakin tiloissa, joissa poistumisjärjestelyt ovat tavanomaisesta poikkeavat tai muuten hankalat. Poistumistievalaistuksella valaistaan poistumisreitit ja poistumisopasteet, avoimet alueet sekä riskialttiin työn alueet. /7/

Turvavalaistusjärjestelmistä määräävät osittain Pelastuslaki 468/2003(22§, 23§) ja laki pelastustoimen laitteista 10/2007, Suomen rakentamismääräyskokoelma RakMK E1, Rakenteellinen paloturvallisuus. Tärkeimmät määräykset löytyvät kuitenkin sisä-

asianministeriön asetuksesta SMa 805/2005 rakennusten poistumisreittien merkitsemistä ja valaisemisesta. Asetus määrää sitoviksi standardin SFS-EN 1838 poistumisopasteiden vaatimuksista, keskusyksiköiden vaatimuksia ja valaisimien vaatimuksia. Valaistuksen suunnittelussa käsketään noudattaa kyseistä standardia. Sisäministeriön asetuksessa nimettyjen standardien lisäksi suunnittelijan on hyvä tuntea ST-ohjeisto ja Sähkötieto ry:n julkaisut: Poistumis- ja poistumisreittivalaistus vuodelta 2006 sekä Poistumisvalaistus vuodelta 2007. Sekä standardit SFS-EN 50171, SFS-EN 50172, EFS-EN 60598-2-22. /8, s.10/ Turvavalaisuksen kaapeloinnit ja ryhmittelyt määrittää standardisarjan SFS 6000luku 556.6, jossa edellytetään palonkestäviä asennuksia. /9, s.8./

Poistumisopasteiden on oltava määräysten ja standardien mukaisia sekä selkeästi tunnistettavia. Poistumisopasteiden muoto on määrätty suorakaiteeksi tai neliön muotoiseksi, värin on oltava 50 -prosenttisesti vihreä ja koon vähintään 100x100 mm. Alla olevassa kuvassa on ST-kortiston mukaiset esimerkit poistumisopasteista. Kuvatunnukset voivat olla jossain määrin myös erilaisia, mutta niiden on oltava selkeästi tunnistettavia ja vastattava käyttöolosuhteita mm. iskunkestävyyden kannalta. /9, s.3./



**KUVA13. ST-Kortiston esimerkkikuva poistumisopasteista**



Poistumisopasteiden on oltava valaistuja joko opasteen sisä- tai ulkopuolelta. Poistumisopasteiden valaistukselle ja turvavalaisuksille on määritetty, että niiden täytyy saavuttaa 50 % vaaditusta luminanssista viiden sekunnin ajassa ja täysi luminanssi 60 sekunnin ajassa. Valaisimien on kytketymisen jälkeen valaistava määrätty aika, joka on normaalisti vähintään yksi tunti. Vaativissa tiloissa voidaan määrittää valaisimille myös pidempiä toiminta-aikoja. /8, s.3./ Opasteiden koko määräytyy kaavalla  $d=s \cdot p$ , jossa  $d$  on katseluetäisyys,  $p$  on opaskilven korkeus ja  $s$  on vakio 100 (ulkoa valaistu kilpi) tai 200 (sisältä valaistu kilpi). Tällöin sisältä valaistun 10cm korkean kilven maksimi katseluetäisyys on 20m. Opasteet on sijoitettava niin, että koko tilasta on mahdollista nähdä lähimmän poistumistien opaste ja jokaisen opasteen jälkeen on näköyhteys seuraavaan opasteeseen /9, s.3/.

Poistumisopasteiden lisäksi voi olla tarpeellista käyttää myös poistumisreitivalaistusta. Poistumisreitivalaistus on tarpeellinen esimerkiksi porraskäytävillä tai muissa tilan korkeustason muutoskohdissa, pakollisissa uloskäytävissä, käytävien risteyksissä sekä jokaisen lopullisen uloskäynnin lähistöllä ja uloskäynnillä. Osa näistä voidaan korvata alas valaisevilla poistumisopasteilla. /9, s.3./

Sähkösuunnittelija toteuttaa turvavalaisuksen suunnittelun arkkitehdiltä saatujen kuvien perusteella, joihin on määritelty poistumisreitit ja muut valaistavat kohteet. Tärkeää on myös saada tieto mahdollisten paloilmointimien, ensisammutusvälineiden ja ensiapupisteiden sijoittelusta, sillä nämäkin alueet on valaistava vikatilanteessa. Tärkeää on myös hahmottaa tilaan parhaiten soveltuvat valaisintyypit. Turvavalaisusjärjestelmät johdotetaan palonkestävillä vähintään  $1,5 \text{ mm}^2$  johtimilla, jotka kestävät vahvavirran. Jännitteen alenema on otettava huomioon etenkin 24 V järjestelmillä. Valaisimet on jaettava vähintään kahteen ryhmään, mutta ryhmien kokoa ei ole määrätty. ST-kortti turvavalaisimien suunnittelusta kuitenkin ohjeistaa käyttämään maksimissaan 70 % maksimivirrasta ja liittämään enintään 15 valaisinta ryhmäänsä. Tällöin ryhmiin jää myös laajennusvaraa. Suunnittelijalla on vastuu suunnitelmien määräyksienmukaisuudesta. Pelastusviranomaisella ei ole tarkastusvelvollisuutta turvavalaisusjärjestelmien suunnitelmiin. Tarkastus tapahtuukin rakennuslupavaiheessa rakennustarkastusviranomaisten taholta. /9, s.8./

Kinolinnan vanhoissa saleissa ja kulkureiteillä on toteutettu turvavalaistus määräysten mukaisesti. Saleissa ja käytävillä on määräyksien mukaiset poistumistievalot lähimmälle poistumisreitille, jotka ovat molemmissa saleissa lähes suoraan ulosjohtavilla ovilla ja ensimmäisessä salissa myös sisäänkäynnillä. Saliin seinien alaosiin on asennettu poistumisreitivalaisimet portaiden vastaisille seinille. Valaisimet syttyvät valaistuksen vikatilanteessa ja mahdollistavat salista poistumisen turvallisesti. Käytävillä on myös kattoon asennettu turvavalaistus poistumisreitillä. Poistumistie- ja turvavalaisimia syötetään vikatilanteessa akuilla turvavalokeskukselta. Turvavalokeskus sijaitsee konehuoneessa.

Poistumistievalaistuksen toiminnan on oltava ehdottoman luotettavaa. Määräyksissä käsketään, että jokaisella poistumisreitillä osalla on oltava vähintään kaksi poistumistievalaisinta. Keskusakulla syötettäessä turvavalaisimet on jaettava ainakin kahteen eri ryhmään niin, että peräkkäiset valaisimet ovat aina eri ryhmän piirissä. Yhden piirin vikaantuminen ei täten aiheuta koko turvavalaistuksen pimenemistä. Asetuksissa vaaditaan, että paikallinen turvavalaistus toimii myös, kun tilan sähkönsyöttö häiriintyy, vaikka muun rakennuksen syöttö toimisi normaalisti. Tämän vuoksi keskuksilta on vietävä vaihekohtainen jännitetieto turvavalokeskukselle. /9, s.7./

Kinolinnan uuden kolmannen salin turvavalaistusjärjestelmä voidaan kytkeä samaan turvavalokeskukseen kuin vanhat järjestelmät. Saliin tulee poistumistien ovelle poistumistievalaisin ja turvavalaisimet. Myös salin lämpiöön johtavaan tilaan sijoitetaan poistumistievalaisin, joka mahdollistaa turvallisen liikkumisen tilassa, kun valot on kytketty pois esityksen ajaksi. Poistumisreitti kolmannesta salista on selkeä, sillä salista johtaa ovi suoraan takapihalle, jota käytetään normaalitilanteissakin yleisön poistumiseen salista. Kolmanteen ja toiseen saliin johtavassa lämpiössä sijaitsee jo Kinolinnan pääovelle ohjaava poistumistievalaisin.

Salin valaisimista on poistumisreitillä puoleiset valaisimet varustettu turvavalaisinmoduuleilla, joiden toiminta-aika on kolme tuntia. Turvavalaistusjärjestelmät kaapeloitetaan määräyksien mukaan palonkestoltaan sopivilla kaapeleilla, esimerkiksi FRHF-MMJ-kaapelilla. Tällä järjestelyllä saliin ei tarvitse lisätä erillisiä turvavalaisimia seinäin ja salista saadaan yhtenäisempi ja selkeämpi tila. Poistumistien oven yläpuolelle

sijoitetaan valaistu poistumisopaste ja varmuuden vuoksi myös ulosjohtavan välitilan oven yläpuolelle sijoitetaan alaspäin valaiseva poistumisopaste.

## 7 KINOLINNA 3. ESITYSTEKNIikka

### 7.1 Projektiotekniikka ja äänilähde

Kolmannen salin esitystekniikka tulee olemaan nykyistä toista salia vastaava. Suurimmat erot ovat kaiutinjärjestelmässä. Saliin asennetaan kehittyneemmät kaiuttimet ja 7.1-kanavainen vahvistinjärjestelmä, kun vanhoissa saleissa on vielä 5.1-kanavainen ääni. Projektoriksi tulee saman mallisarjan projektori kuin toisessakin salissa. Kuvassa 14 esitetty Barcon DP2K-12C -projektori kykenee valaisemaan 12 m leveään kankaan ja on käytettävissä 1,2 kW-2 kW lampputeholla. Natiivi resoluutio on 2,048 x 1,080 pixeliä ja valon ulostulo 9,500 lumenia. Painoa projektorilla on noin 100 kg, ja se on ulkoisilta mitoiltaan noin 600\*700\*1000 mm. Projektorin esitysohjelmistoa tullaan ohjaamaan konehuoneesta hiirellä ja näppäimistöllä sekä langattoman verkon välityksellä tablet-tietokoneella. Projektoriin kiinnitettävällä Barcon-kosketusnäytöllä voidaan hallinnoida itsensä projektorin toimintoja ja asetuksia.



**KUVA14. Barcon DP2K-12C Digital Cinema -projektori**

Äänentoistossa ja servereinä käytetään Dolbyn valmistamia viimeisimpiä digitaalisen elokuvan esittämiseen tarkoitettuja laitteita.

Dolby laboratories on 60-luvulta asti ollut edelläkävijä äänen pakkaamisessa ja käsittelyssä, ja nykypäivänä käytännössä synonyymi tila- eli surround-äänelle. Elokuvate-

atterit, nauhoitusstudiot, kotiteatterit, elokuvien ja pelien tekijät käyttävät lähes yksinomaan Dolbyn kehittämiä järjestelmiä ja tekniikoita viihteen tallentamiseen ja esittämiseen. Elokuvateatteritekniikan saralla Dolbylla on käytännössä monopoliasema. Projektorin ohjaa Dolbyn Integrated Media Block and Screen Server DSS220 -järjestelmä, joka kykenee toistamaan 2K ja 4K resoluutioita sekä HFR-kuva. /10./

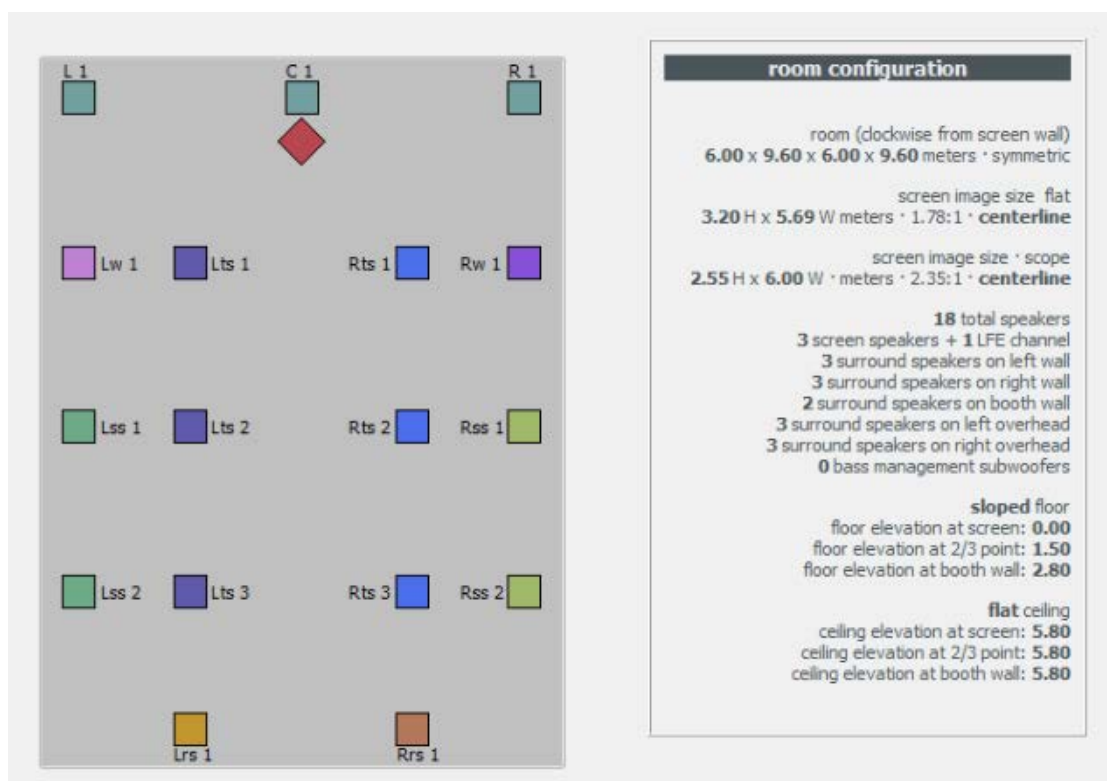
Äänentoistosta tulee vastaamaan Dolby Digital Cinema Sound Processor CP750, joka kykenee toistamaan ja muuntamaan kaikkia viimeisimpiä tiläänimuotoja 7.1 kanavaan asti /11/.

## **7.2 Kaiuttimien sijoittelu ja suuntaaminen**

Kaiuttimien sijaintia mietittäessä otettiin lähtökohdaksi, että järjestelmä laajennettaisiin joskus tulevaisuudessa käyttämään Dolbyn Atmos-järjestelmää. Tällä hetkellä saliin toteutetaan yleisesti elokuvateattereissa käytössä oleva 7.1 -kanavainen äänentoistojärjestelmä. Kaiutinkokoonpano koostuu kolmesta kaiuttimesta sivuseinillä, kahdesta takakaiuttimesta, bassokaiuttimesta ja kolmesta kaiuttimesta valkokankaan takana. Kaiuttimien sijoittelun ja suuntaamisen ohjeet on otettu Dolbyn suunnitteluohjeesta.

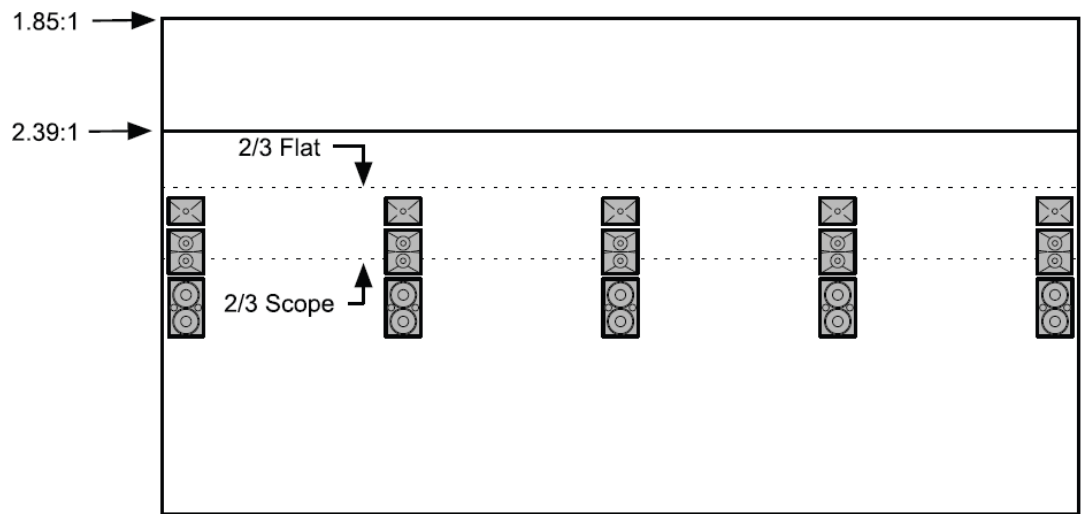
Atmos -järjestelmän ero tavalliseen surround-järjestelmään on kaiuttimien ja niitä ohjaavien kaistojen määrissä. Tavallisesta surround-järjestelmästä poiketen on Atmosissa jokaisella kaiuttimella oma kanavansa vahvistimessa ja kaiuttimien määrä salissa kasvaa huomattavasti, sillä Atmos lisää taka- ja sivusurround-kaiuttimien määrää ja lisää kattoon omat surround-kaiuttimet. Kokoonpanosta ja haluttujen käyttöön otettavien kaistojen määrästä riippuen kolmannen salin toteuttaminen Atmos-järjestelmällä tarkoittaisi 18 - 28 kaiuttimen asentamista saliin. Atmos pystyy ohjaamaan 64 itsenäistä kaiutinkanavaa. Äänen erottelukyky on siis aivan eri kategoriassa verrattuna nykyisesti vallalla olevan 7.1- ja 5.1-kanavaisten äänilähteiden kanssa. Järjestelmän yleistymisen niin elokuvien kuvauksessa ja esittämisessä on pikkuhiljaa edistynyt maailmalla, joten sen voidaan odottaa rantautuvan myös Suomeen pian. Tämän vuoksi salia rakentaessa vedetään rakenteisiin valmiiksi putkitukset tarvittaville lisäkaiuttimien paikoille, jotta kaistojen lisääminen on tulevaisuudessa helppoa.

Alla on esitetty Dolbyn suunnitteluohjelmalla laadittu kuva 15 kaiuttimien sijoittelusta tulevaan saliin.

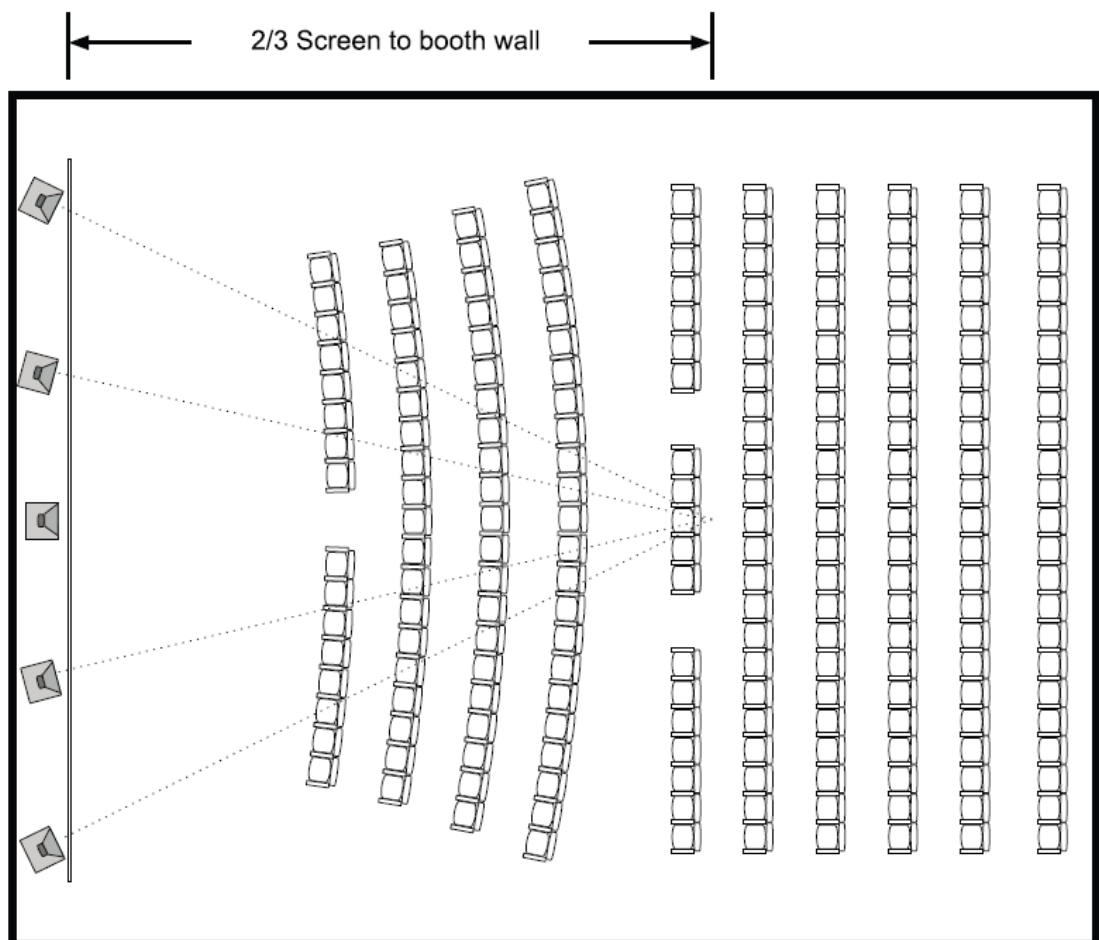


### KUVA15. Dolby Atmos designerilla laadittu kaiutin konfiguraatio

Salissa tullaan käyttämään vertikaalista kuvan korkeuden säätöä kuvasuhdetta säädetäessä scope- ja flat-kuvasuhteen välillä. Tässä tapauksessa Dolby neuvo asentamaan reunimmaiset etukaiuttimet aivan valkokankaan reunoille. Keskiääni asennetaan luonnollisesti kankaan vaakatasolla olevan keskilinjan kohdalle. Korkeudeltaan kaiuttimet tulisi asentaa niin, että ne asettuvat molempien kuvasuhteiden tapauksessa noin kahden kolmasosan korkeuteen kuvan korkeudesta. Seuraavalla sivulla olevissa kuvissa on esitetty Dolbyn ohjeistukset kaiuttimien sijainnista ja suuntaamisesta valkokankaan takana.



**KUVA16.** Dolbyn ohjeistuksen mukainen etukaiuttimien asennus korkeuden perusteella säätävällä kuvasuhteella



**KUVA17.** Dolbyn kaiuttimien suuntaamisen ohje

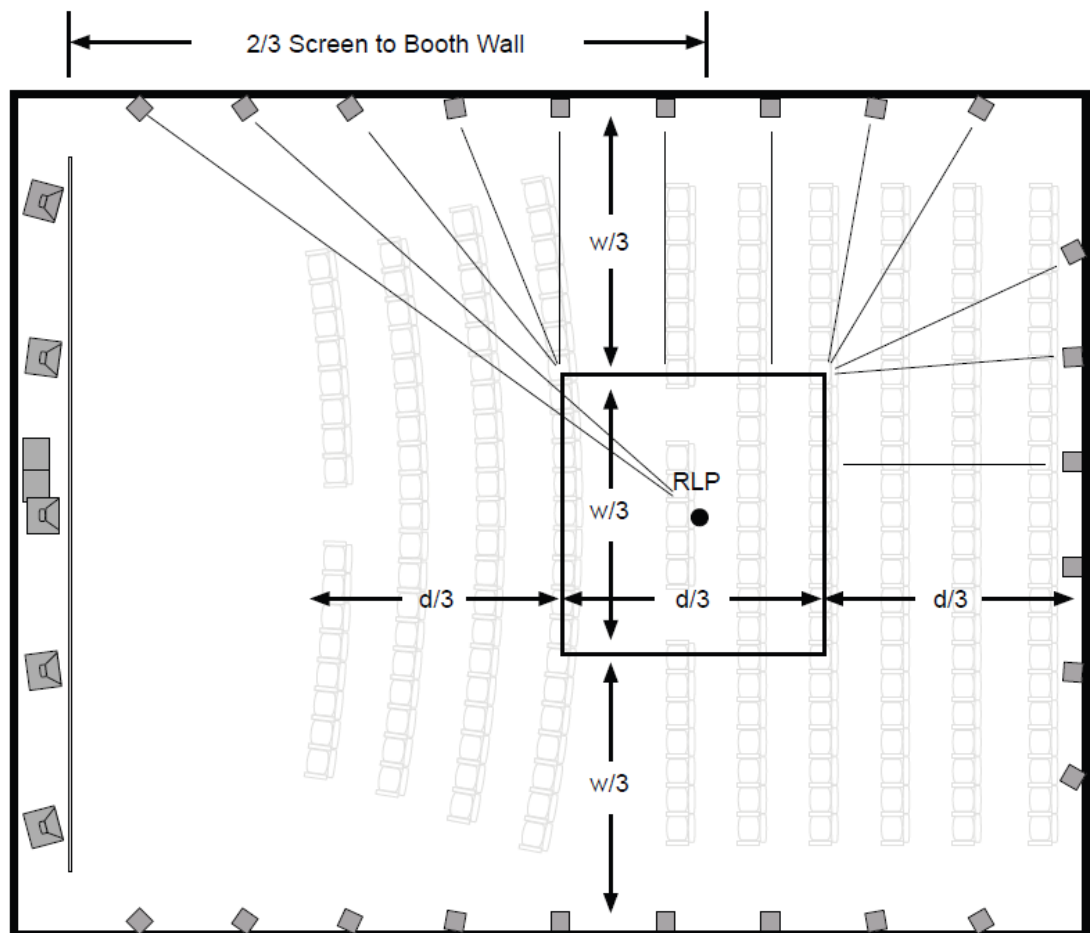
Kaiuttimet tulee suunnata niin, että akustiset linjat leikkaavat toisensa keskellä salia noin kahden kolmasosan kohdalla seinän pituudesta. Kaiuttimia suunnatessa olisi suotavaa, että kaiuttimien matalia taajuuksia toistavat osat pidettäisiin seinän tasolla ja vain korkeampia taajuuksia toistavat osat suunnataan. Sivu- ja takasurround-kaiuttimien pitäisi luoda suora linja etukaiuttimilta takakaiuttimille. Takakaiuttimien ohjekorkeus on noin yksi neljäsosa alaspäin huoneen korkeudesta, kohdistettuna etummaisen rivin katselukorkeuteen. Sivu- ja takakaiuttimet on sijoitettava tasaisin välein toisiinsa nähden. Kaksi kolmasosaa salin pituudesta kohdalla tulisi sivukaiuttimen sijaita kaksi kolmasosaa huonekorkeudesta.

Sivu- ja takakaiuttimien horisontaalinen kohdistaminen toteutetaan määrittämällä katselualueen keskikohtaan, jossa etukaiuttimien linjat leikkaavat, suorakaide, joka on leveydeltään kolmasosan katselualueen leveydestä ja pituudeltaan kolmasosan katselualueen pituudesta. Suorakaiteen kohdalla sijaitsevat kaiuttimet suunnataan suoraan huonetta kohti ja loput kaiuttimet suunnataan kohti lähintä suorakaiteen nurkkaa. Kuitenkin niin, että ne eivät osoita yli kymmentä astetta sivuun akustisesta leikkauspisteestä. Alla oleva kuva havainnollistaa kaiuttimien horisontaalisen suuntauksen erinomaisesti. RLP:llä on merkitty etukaiuttimien akustinen leikkauspiste, reference listening position. Vertikaalisesti sivukaiuttimet kohdistetaan osoittamaan kauimmaisen penkkirivin katsojan kuuntelukorkeuteen tai hieman sen yli. Takakaiuttimet kohdistetaan vertikaalisesti ensimmäisen rivin katsojien kuuntelukorkeuteen tai hieman sen yli.

Atmos-järjestelmän kattoon asennettavat kaiuttimet sijoitetaan samaan linjaan sivu- ja takasurround-kaiuttimien kanssa. Ne kohdistetaan viistosti alaspäin kohti salin ja kaiuttimen oman sijainnin horisontaalista puoliväliä.

Subfoower-kaiuttimien sijoittamisen kanssa tärkeintä on, että kaiutin ei sijaitse nurkassa eikä liian lähellä katsojia. Suositeltavia sijaintipaikkoja olisivat salin katto tai etuosa. Ihminen ei pysty aistimaan matalien äänien tulosuuntaa, joten sijainnin ja suuntaamisen tarkalle määrittämiselle ei ole tarvetta. Salin koon perusteella määritetään suuriin saleihin tarvittavien lisä-subfoowerien määrä. Kolmannessa salissa riittää atmos-järjestelmällekin yksi subwoofer, vaikka Dolby suosittelee subfoowereita käytettävän pareittain.

Parhaan mahdollisen äänenlaadun kannalta kaiuttimet tulisi asentaa seinään upotettuina. Tämä poistaa kaiuttimen ja seinän välisen tilan aiheuttaman kaiun äänestä. Etenkin etukaiuttimien kanssa tähän seikkaan on syytä kiinnittää huomiota, sillä ne ovat suurin äänenpaineen lähde teatterin äänentoistossa. Mikäli seinään upotus ei ole mahdollista toteuttaa rakenteiden puolesta, kaiuttimen tasalle kannattaa rakentaa oma seinärakenne, johon kaiutin asennetaan. Ulkonäön ja asennuksen helppouden kannalta siistein asennus saadaan, kun surround-kaiuttimet asennetaan seinään pinta-asennuksena. Asennuskorkeutta mietittäessä kannattaa huomioida valmistajan antamien ohjeiden lisäksi myös riittävä korkeus, jotta esimerkiksi asiakkaat eivät pääse käsiksi asennuksiin.



**Kuva18. Sivu- ja takakaiuttimien horisontaalisen suuntauksen ohje**



## 8 VANHOJEN TILOJEN SÄHKÖTEKNINEN MODERNISOINTI

Elokuvateatterin laitteistoja on päivitetty aina tarpeen vaatiessa vastaamaan paremmin muuttuneita toimintaympäristöjä. Suurimpia muutoksia ovat olleet luonnollisesti salien määrän kasvattaminen ja nyt myöhemmin esitystekniikan digitalisoituminen. Etenkin jälkimmäinen on nostanut vaatimuksia kiinteistön sähkötekniisten järjestelmien kannalta. Myös kassalla on sähköllä toimivien laitteiden määrä ja tiedonsiirtotarpeet kasvaneet.

Tämän opinnäytetyön toisena tarkoituksena on uuden salin sähkösuunnitelmien lisäksi suunnitella vanhojen tilojen sähkötekniistä modernisointia. Modernisoinnille ja yhtenäistämiseksi on mielestäni selkeä tarve, sillä tällä hetkellä tilat koostuvat eri aikoina ja täysin erilaisille kuormille ja tekniseltä tasoltaan vanhanaikaisille järjestelmille rakennetuista ratkaisuista. Laitteistojen vähittäin tehty rakentaminen on johtanut siihen, että tilojen tekniset ratkaisut eivät ole yhtenevät. Valaistuksien ohjaukset on toteutettu eritavoin kaikissa saleissa. Kuormien jakautuminen vaihteittain on epätasaista ja kiinteistötekniikan vähäiset säätömahdollisuudet ovat mekaanisia.

Modernisoinnin päätarkoituksena on siis päivittää koko teatterin järjestelmät vastaamaan 2020-luvun vaatimuksia. On otettava huomioon tulevaisuudessa mahdollisesti tapahtuvat muutokset elokuvateatterien tekniikassa, jotta järjestelmät voitaisiin toteuttaa ilman, että sähköasennuksiin tarvitsisi tehdä suuria muutoksia tai lisätoita. Esimerkkinä tällaisista modernisointi töistä voidaan ottaa kiinteistöstä tällä hetkellä käytännössä puuttuvan kunnollisen data-verkon suunnittelu, ilmanvaihto ja kiinteistötekniikan vanhanaikaisuus sekä kiinteistössä tapahtuvan sähkönsiirron huollettavuus ja käyttövarmuus. Kiinteistöautomaation lisääminen antaa myös mahdollisuuden hallita teatterin toimintaa ja asiakasmukavuutta huomattavasti paremmin kuin tällä hetkellä. Salien lämpötilan ja ilmankoostumuksen tarkkailulla ja tarkalla säätämällä mahdollistetaan parempi ilma saliin ilman, että henkilökunta joutuu aistinvaraisesti tarkkailemaan tilan ilmanlaatua tai lämpötilaa.

## 9 VANHOJEN TILOJEN NYKYTILA JA SAANERAUSSUUNNITELMAT

Toisen salin nykytila on melko hyvä eikä peruskorjaukselle ole suurta tarvetta. Yleiskaapelointien lisääminen salista konehuoneeseen riittänee. Valaistuksen ohjauksen muuttaminen Dali-ohjaukseksi yhtenäistäisi salien valaistuksien ohjaukset samanlaisiksi ja mahdollistaisi projektoreilta otettavan tilatiedon käyttämisen valaistuksen ohjauksessa.

### 9.1 Valaistus

Ensimmäisen salin valaistus on tällä hetkellä toteutettu seinälle asennetuilla valaisimilla, joissa on valonlähteenä hehkulamput. Valaisimia ohjataan Helvarin valmistamalla vanhalla säätimellä, jossa ei ole muita toimintoja kuin valotehon manuaalinen ylös- ja alas -säätö sekä päälle- ja pois-toiminnot. Valaisimet itsessään ovat myös vanhentuneen näköiset ja hehkulamppujen käyttäminen valaisemiseen on energiatehokkuuden kannalta huono vaihtoehto. Tulevaisuudessa toteutettavan salin remontoinnin yhteydessä valaisimien vaihtaminen energiatehokkaampiin vaihtoehtoihin ja niiden ohjauksen vaihtaminen esimerkiksi Dali-ohjaukseen päivittäisi valaisimet tälle vuosituhanneelle. Dali-ohjauksella pystyttäisiin säätämään valaisimia huomattavasti monipuolisemmin kuin tällä hetkellä, ohjelmoitavien valaistustilojen ja mahdollisen projektorilta tai kiinteistöautomaatiolta saatavan tiedon perusteella.

Valaistuksen kannalta ideaalisin vaihtoehto olisi kattoon upotettavat valaisimet, sillä niiden antama valo kohdistuu suoraan tilan käyttötasolle verrattuna seiniltä epäsuorasti heijastuvaan valoon. Tilan korkeuden johdosta häikäisy ei muodostu ongelmaksi ja Dali-ohjauksella saadaan valaisimien antama valoteho säädettyä tilaan sopivaksi. Tilan tehtävän remontin toteutustavasta riippuu ovatko kattoon upotettavat valaisimet toteutukseltaan mahdollisia. Myös aulojen valaistuksen voisi muuttaa Dali-ohjaukselle nykyisen päälle – pois -kytkennän sijaan.

## **9.2 Lisäykset ja korjaukset vanhoihin sähköasennuksiin saleissa ja muissa tiloissa**

Pistorasioiden ja muiden kalusteiden osalta kiinteistön tämänhetkinen tilanne on melko hyvä. Valaistuksen ja sen ohjauksen lisäksi päivittämistä kaipaavat lähinnä vain muutama kassalla johtokanavaan asennetun pistorasian vaihtaminen uusiin. Nykyiset johtoreitit ovat käyttökelpoisia eikä niiden uudelleen suunnittelulle ole tarvetta. Myös konehuoneen asennukset on jo toteutettu järkevästi johtokanaviin.

## **9.3 Uusi ryhmäkeskus konehuoneeseen**

Vanhassa konehuoneessa oleva RKKH-ryhmäkeskus olisi järkevää modernisoida uudella johdonsuojakatkaisimilla ja vikavirtasuojilla varustettuun keskukseen. Keskukseen tulisi myös valaistuksen ohjaukseen tarvittavat komponentit ja mahdollisesti kiinteistöautomaatiota. Keskus syöttää Kinolinnan ensimmäisen ja toisen salien valaistukset ja esitystekniikat sekä kaikki konehuoneessa sijaitsevat laitteistot.

## **9.4 Dataverkko ja yleiskaapelointi**

Suurin parannuksen tarve Kinolinnan sähkötekniikassa on tällä hetkellä ATK-verkon parantaminen. Kiinteistön tämänhetkinen ATK-verkko koostuu konehuoneessa olevasta lähiverkosta, joka on langattomasti jaettu koko rakennukseen. Tämän lisäksi kassalla on oma verkkonsa, joka koostuu puhelinkaapelin kautta tuodusta hitaasta internet yhteydestä ja puhelinverkko-operaattorilta vuokratusta puhelinkaapeli yhteydestä yrityksen toiseen teatteriin Ritziin. Yhteys on hidas ja epäluotettava. Verkon kuormittaminen yhtäaikaaisesti molemmissa teattereissa aiheuttaa verkon liikenteen hidastumisen niin pahoin, että kassajärjestelmän käyttö heikentyy. Nopealla kiinteällä yhteydellä molempiin teattereihin tämä kaistan vähyys saadaan korjattua ja molempien teattereiden kassojen järjestelmien käytön luotettavuus paranee huomattavasti.

Kinolinnan päässä suosittelen datayhteyden tuomista vanhaan konehuoneeseen, jossa yhteys päätettäisiin ristikytkentäpisteeseen. Samassa pisteessä olisi myös konehuoneiden välinen kuituyhteys, projektorien ristikytkennät ja langattoman verkon päätelaitteiden kytkennät.

Molemmista Kinolinnan vanhemmista saleista vedettäisiin pari- ja hdmi-kaapelit salien etuosasta konehuoneeseen mahdollisten presentaatioissa käytettävien laitteiden kytkemiseksi verkkoon tai projektoreihin.

### **9.5 Kiinteistöautomaation mahdollisuudet elokuvateatterikäytössä**

Tulevaisuudessa teatteriin tehtävässä peruskorjauksessa ilmanvaihto tullaan vaihtamaan nykyisestä painovoimalla toimivasta järjestelmästä koneelliseen ilmanvaihtoon, mahdollisesti jäähdytyksen kanssa. Uudet ilmanvaihtokoneet ja valaisimien ohjaus antavat teatterissa mahdollisuuden integroida järjestelmiin kiinteistöautomaatiikkaa.

Sen sijaan, että henkilökunta tarkkailee itse salien ilmanlaatua ja säätää valaistuksia esityksen etenemisen mukaan, automaatio pystyisi hoitamaan kaiken itsenäisesti ja henkilökunnan tehtäväksi jäisi vain tilanteen tarkkailu. IV-koneiden toimintaa voitaisiin ohjata lämpötila- ja hiilidioksidi-antureilla, jotta ilmanlaatu ja lämpötila saleissa pysyisivät optimaalisena koko näytöksen ajan. Projektoreilta saatava kärke tieto kertoisi automaatiolle, milloin himmentää valaisimia. Langattoman verkon kautta tietokoneohjattava automaatiojärjestelmä antaisi henkilökunnalle jatkuvaa tietoa salien ilmanlaadusta ja mahdollisuuden myös säätää järjestelmän toimintaa kaikkialta kiinteistöstä.

## **10 JOHTOPÄÄTÖKSET**

Elokuvateatterin laajennuksen sähkösuunnitelmien tekeminen osoittautui haastavaksi, mutta samalla erittäin mielenkiintoiseksi opinnäytetyön aiheeksi. Koska laajennus tulee kiinteäksi osaksi jo olemassa olevaa kiinteistön sähköjärjestelmää, täytyi ottaa huomioon jo olemassa olevien laitteiden ja asennuksien yhteensopivuus uusien asennuksien kanssa. Tämä alkoi selvittämällä kiinteistön sähköverkon nykytilaa mittaamalla verkon kuormat ja tarkastelemalla mahdollisuuksia uuden rakennuksen kuorman liittämiseen nykyiseen verkkoon. Oman haasteensa työhön lisäsi se, että tällaisten tilojen suunnittelusta ei juuri löytynyt dokumentaatioita, joita olisin voinut käyttää mallina omassa työssäni.

Suunnitelmissa käytetyt järjestelmät tarkentuivat ja muuttuivat monta kertaa työn aikana. Muiden suunnittelijoiden kanssa käydyt keskustelut työmaakokouksessa sekä tilaajan toiveet määrasivät lopulliset suunnitelmat. Muutoksia tulee luultavasti vielä lisää työmaan edistyessä, joten suunnitteluprosessi jatkuu edelleen työmaan käynnistyessä keväällä.

Työssä onnistuin mielestäni hyvin. Lopputuloksena syntyivät tarvittavat kuvat tarjouslaskentaa ja asennuksia varten. Itse opin paljon sähkösuunnittelusta, kiinteistöjen verkon kunnon mittaamisesta, kaiutinasennuksista ja turvavalaisinjärjestelmistä. Työtä varten kerätyn tiedon ja työn määrästä vain murto-osa tuli käyttöön varsinaiseen opinnäytetyöhöni, joten opin sivussa paljon yleistä tietoa suunnittelun alalta ja suunnittelu-työn vaiheista. Sain myös paljon apua työhöni muutamalta sähköalan ammattilaiselta.

Perehdyin tulevaisuudessa tehtävään sähkötekniiseen remonttiin vain hyvin pintapuolisesti, sillä sen toteutus siintää vasta tulevaisuudessa. Saneeraussuunnitelmien tarkempi toteuttaminen ja etenkin kiinteistöautomaation tai ilmanvaihtojärjestelmien suunnittelu teatterinkäyttöön voisivat olla hyviä uusien opinnäytetöiden aiheita.

## 11 LÄHTEET

1. Taloussanomat. Mika Luukkonen Oy. Www-dokumentti.  
<http://yritys.taloussanomat.fi/y/mika-luukkonen-oy/mikkeli/0973770-3/> Päivitetty 10.2.2014. Luettu 10.2.2014
2. Mikkeli. Sata vuotta eläviä kuvia Suomessa ja Mikkelissä. Www-dokumentti.  
[http://www2.mikkeli.fi/fi/sisalto/03\\_mikkeli\\_tieto/02\\_historia/07\\_kulttuurihistoriaa/09\\_sata\\_vuotta\\_elavia\\_kuvia\\_suomessa\\_ja\\_mikkelissa](http://www2.mikkeli.fi/fi/sisalto/03_mikkeli_tieto/02_historia/07_kulttuurihistoriaa/09_sata_vuotta_elavia_kuvia_suomessa_ja_mikkelissa). Päivitetty 4.12.2013. Luettu 4.12.2013.
3. ST 52.51.04 Sähkönlaatu. Vinokuormitus, nollajohdin ja transienttiylijännitteet. Sähkötieto ry. Espoo. 2006.
4. D1-2009 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. Espoo. 2009.
5. Lamput ja valaistus – luotettavaa tietoa. Www-dokumentti.  
<http://www.lampputieto.fi/valaistussuunnittelu/valaistusvoimakkuus/> Päivitetty 3.10.2013. Luettu 11.1.2014
6. ST-Käsikirja 35 sähkö- ja teletekniset tilat ja asennusreitit. Sähkötieto ry. Espoo. 2002.
7. Turva- ja poistumisvalaistus. Www-dokumentti.  
[http://www.sahkoala.fi/kiinteistoala/Turvallisuus/fi\\_FI/turvavalaistus/](http://www.sahkoala.fi/kiinteistoala/Turvallisuus/fi_FI/turvavalaistus/)
8. Sähköasennukset 4. Sähköinfo Oy. Espoo. 2010.
9. ST-59.10 Turvavalaistus ja poistumistieopasteet. Suunnittelu. Sähkötieto ry. Espoo. 2010.
10. Dolby Integrated Media Block and Screen Server DSS220. Www-dokumentti.  
<http://www.dolby.com/us/en/professional/hardware/cinema/cinema-servers/imb-dss220.html> Päivitetty 4.1.2014. Luettu 4.1.2014.
11. Dolby Digital Cinema Sound Processor CP750. Www-dokumentti.  
<http://www.dolby.com/us/en/professional/hardware/cinema/audio-processor/cp750.html> Päivitetty 4.1.2014. Luettu 4.1.2014.

Projekti 3

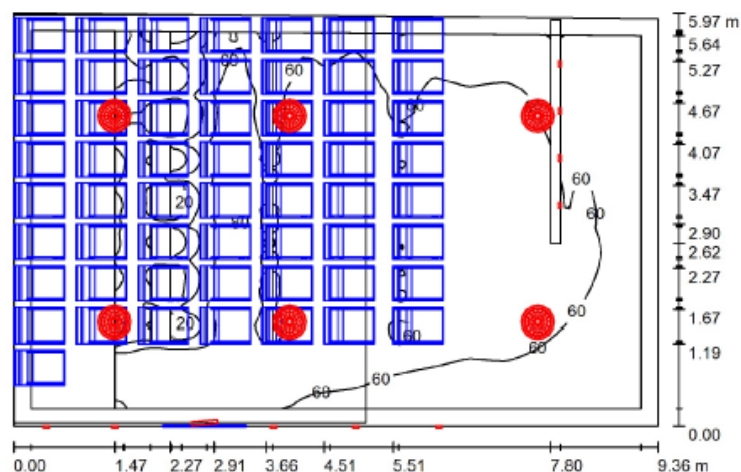


DIALux

06.02.2014

Tekijä  
Puhelin  
Faksi  
Sähköpostiosoite

## Tila 2 / Yhteenveto



Tilan korkeus: 4.872 m, Huoltokerroin: 0.80

Arvot (yksikkö) Lux, Mittakaava 1:77

Pinta	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Käyttötaso	/	60	0.96	93	0.016
Lattiat (2)	18	38	1.08	146	/
Katto	8	13	4.46	198	0.351
Seinät (4)	9	31	1.27	82	/

## Käyttötaso:

Korkeus: 0.850 m  
Rasteri: 128 x 128 Pisteet  
Reuna-alue: 0.250 m

## Luettelo valaisimista

Numero	Kappale	Tunnus (Korjaustekijä)	$\Phi$ (Valaisin) [lm]	$\Phi$ (Lamput) [lm]	P [W]
1	1	BEGHELLI 3944 EXIT LITE (1.000)	0	10	3.0
2	6	FAGERHULT 56891 Tribond (1.000)	1761	3300	43.0
3	9	FAGERHULT 64470 LED WL (1.000)	16	16	3.0
Yhteensä:			10709	Yhteensä: 19954	288.0

Ominainen verkkoon kytketty kuorma:  $5.19 \text{ W/m}^2 = 8.72 \text{ W/m}^2 / 100 \text{ lx}$  (Pohjapinta-ala:  $55.50 \text{ m}^2$ )

Projekti 3

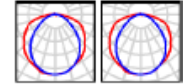


**DIALUX**  
06.02.2014

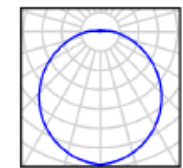
Tekijä  
Puhelin  
Faksi  
Sähköpostiosoite

**Tila 2 / Luettelo valaisimista**

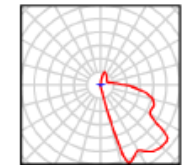
1 Kappale BEGHELLI 3944 EXIT LITE  
Tavarnumero: 3944  
Valovirta (Valaisin): 0 lm  
Valovirta (Lamput): 10 lm  
Valaisimien teho: 3.0 W  
Valaisinten luokittelu CIE: 98  
Elektroniikkakomponenttien valovirtakoodi: 45  
75 94 98 01  
Varustus: 2 x 1 x exit (Korjaustekijä 1.000).



6 Kappale FAGERHULT 56891 Tribond  
Tavarnumero: 56891  
Valovirta (Valaisin): 1761 lm  
Valovirta (Lamput): 3300 lm  
Valaisimien teho: 43.0 W  
Valaisinten luokittelu CIE: 96  
Elektroniikkakomponenttien valovirtakoodi: 44  
74 92 96 53  
Varustus: 1 x T-R 16 (Korjaustekijä 1.000).



9 Kappale FAGERHULT 64470 LED WL  
Tavarnumero: 64470  
Valovirta (Valaisin): 16 lm  
Valovirta (Lamput): 16 lm  
Valaisimien teho: 3.0 W  
Valaisinten luokittelu CIE: 83  
Elektroniikkakomponenttien valovirtakoodi: 29  
65 86 83 100  
Varustus: 1 x LED WL0 (Korjaustekijä 1.000).





Projekti 3


**DIALUX**  
 06.02.2014

 Tekijä  
 Puhelin  
 Faksi  
 Sähköpostiosoite

## Tila 2 / Valaistustekniset tulokset

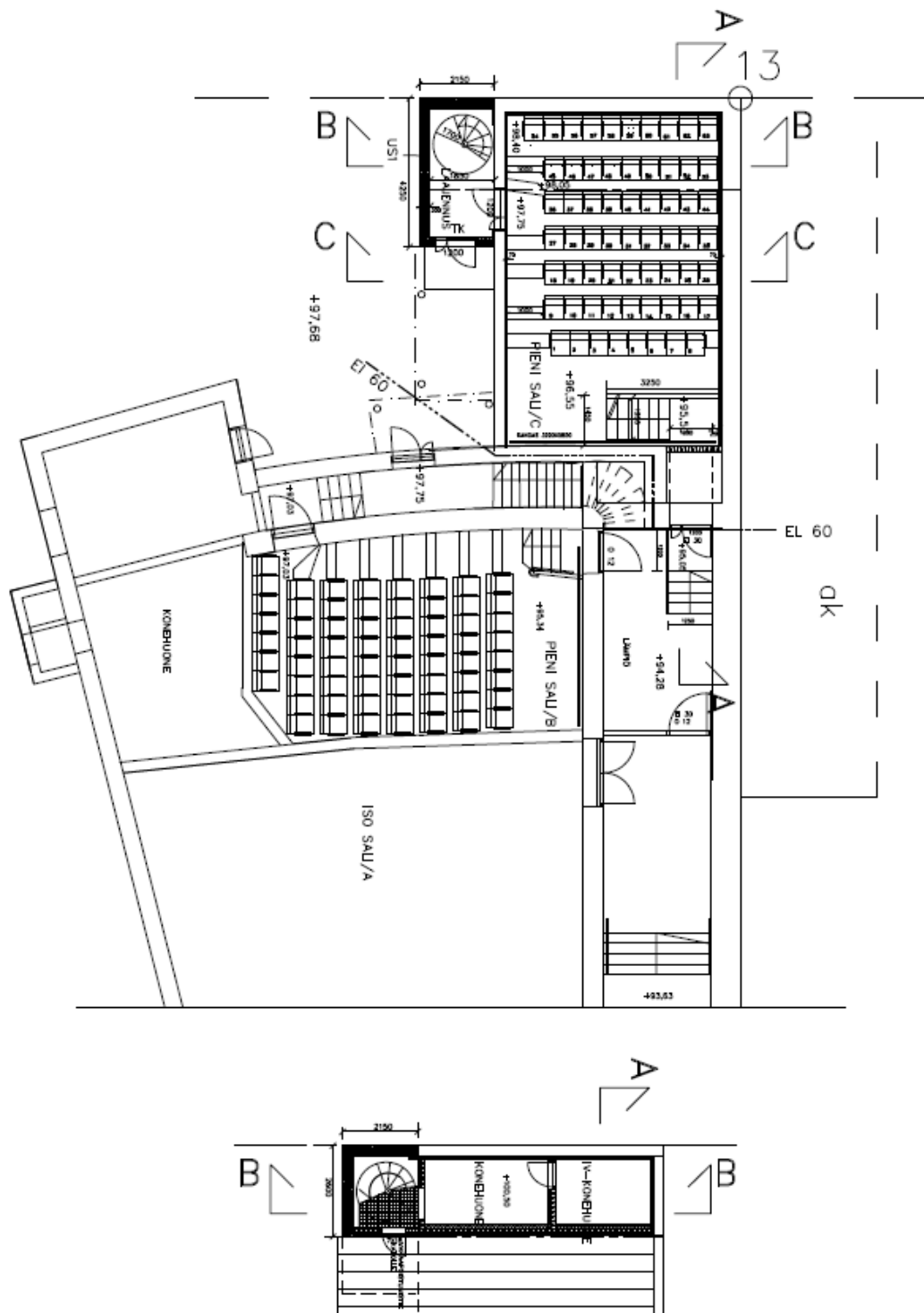
 Kokonaisvalovirta: 10709 lm  
 Kokonaisteho: 288.0 W  
 Huoltokerroin: 0.80  
 Reuna-alue: 0.250 m

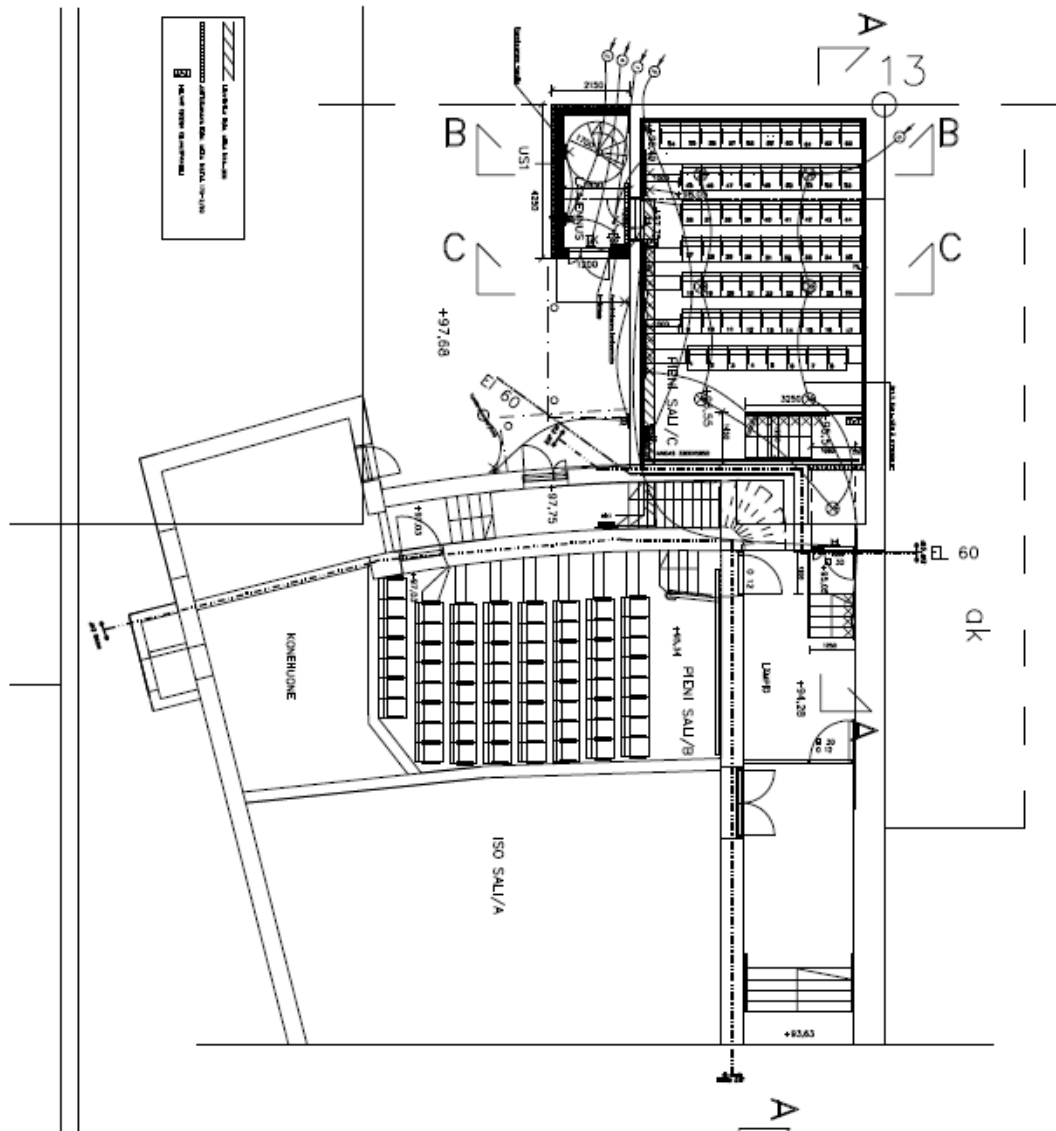
Pinta	Keskimääräinen valaistusvoimakkuus [lx]			Heijastussuhde [%]	Keskimääräinen luminanssi [cd/m²]
	suoraan	epäsuoraan	kokonaan		
Käyttötaso	54	5.03	60	/	/
Lattia	0.00	1.08	1.08	18	0.06
Lattia_1	34	3.97	38	18	2.17
Katto	4.46	8.24	13	8	0.32
Seinä 1	35	6.15	41	8	1.04
Seinä 2	6.59	2.08	8.67	9	0.25
Seinä 3	33	5.33	38	9	1.09
Seinä 4	26	3.08	30	8	0.75

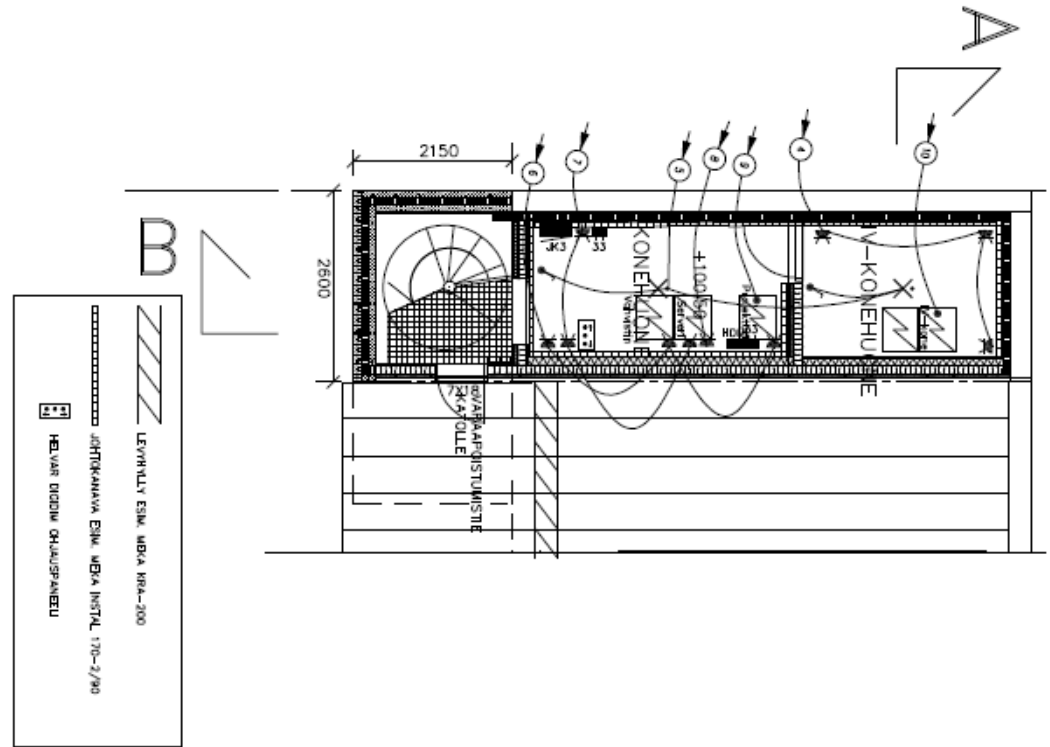
 Yhdenmukaisuus käyttötasolla  
 $E_{min} / E_m$ : 0.016 (1:62)  
 $E_{min} / E_{max}$ : 0.010 (1:97)

 Ominainen verkkoon kytketty kuorma:  $5.19 \text{ W/m}^2 = 8.72 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Pohjapinta-ala:  $55.50 \text{ m}^2$ )

## Arkkitehdin pohjakuva



[illegible]

[illegible]

## Keskuskaavio JK3

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]



## Nousujohtokaavio

